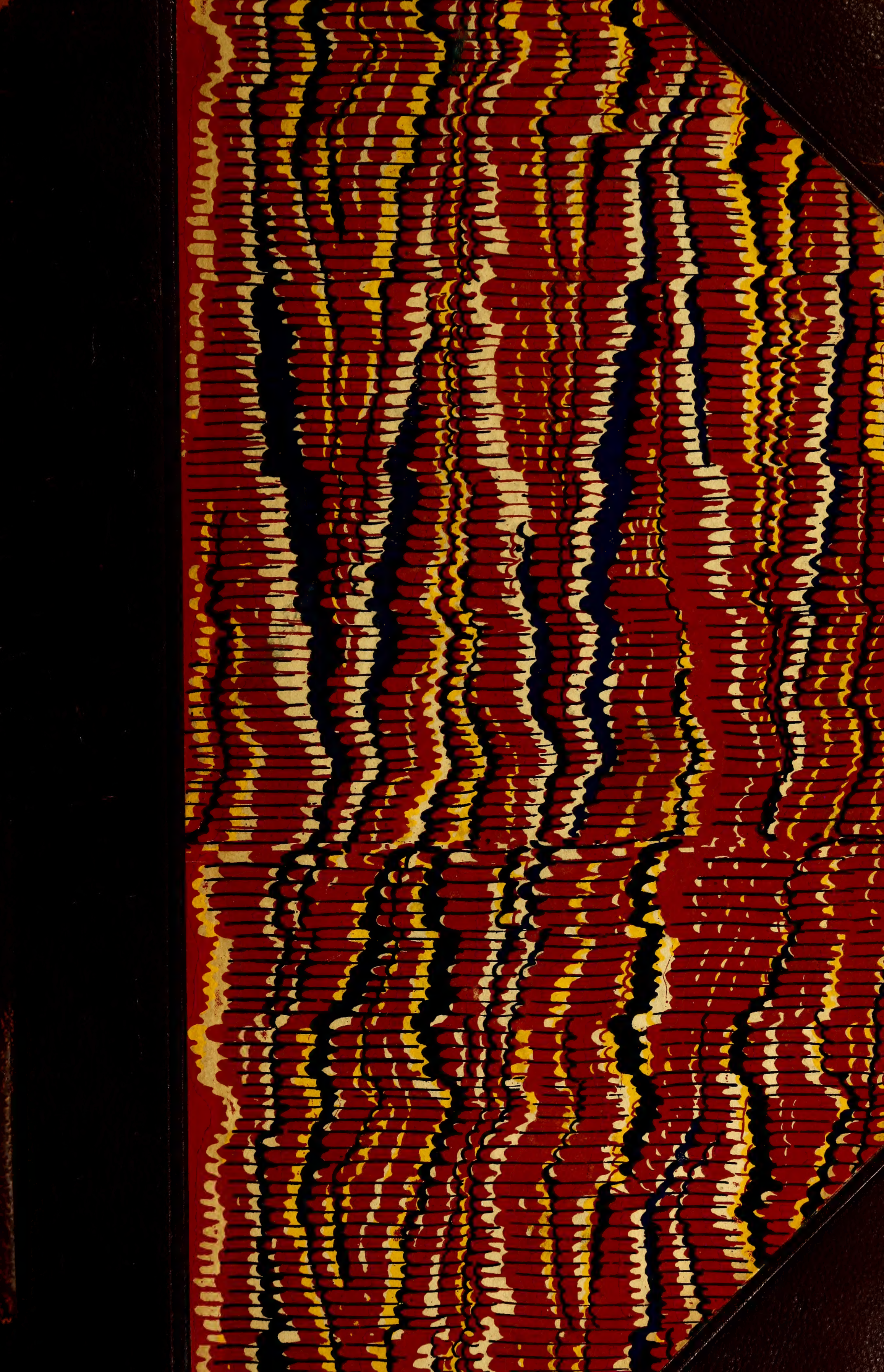


SHOUT
SHARE
IT

Pal. 54
2
.S637
29118
Smith
33

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ

DES

SCIENCES NATURELLES

DE L'OUEST DE LA FRANCE

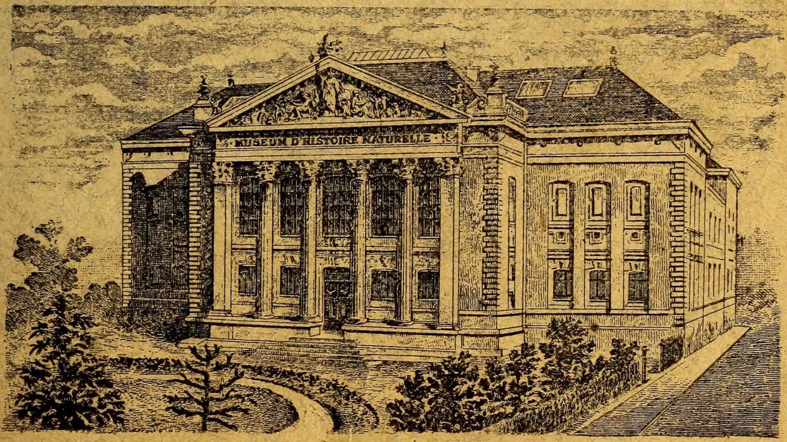
fondée le 27 février 1891

TROISIÈME SÉRIE

TOME VI

1920

Smithsonian Institution
MAY 1 1923
261149
National Museum



NANTES
Secrétariat au Muséum d'Histoire Naturelle

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ
DES
SCIENCES NATURELLES
DE L'OUEST DE LA FRANCE

fondée le 27 février 1891

TROISIÈME SÉRIE

TOME VI

1920

PREMIÈRE PARTIE

Smithsonian Institution
MAY - 1 1923
261149
National Museum

Secrétariat au Muséum d'Histoire Naturelle
DE
NANTES

Laval. — Imprimerie Ve A. GOUPIL, quai Jean-Fouquet.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE L'OUEST DE LA FRANCE

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX

Séance du 9 janvier 1920.

Présidence de M. le Dr A. Labbé.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et approuvé.

Correspondance.

Lettre de notre collègue M. Stouvenot, ingénieur des mines à Nantes ; appelé à Douai et obligé de quitter brusquement notre ville, M. Stouvenot exprime ses adieux à la Société en nous remettant une communication sur *un gisement de Chalcopyrite.* M. Stouvenot a trouvé ce minéral en filonnets, dans une carrière de ballast, à la Driouterie, commune de Vay (Loire-Inférieure) ; les filonnets traversent des grès quartzeux très durs, exploités pour le ballastage des chemins de fer.

Communication verbale.

M. Labbé fait une communication sur les variations locales d'un gastéropode : *Purpura lapillus.* Cette étude biométrique sera publiée au Bulletin.

Séance du 6 février 1920.

Présidence de M. le D^r^ A. Labbé.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et approuvé.

Cinquante-troisième congrès des Sociétés savantes.

Le Ministre de l'Instruction publique nous annonce que ce cinquante-troisième congrès se tiendra à Strasbourg du 25 au 29 mai 1920.

Ouvrages offerts.

Givenchy et Marcel Baudouin. — Le nouveau crâne de Chimpanzé adulte de la Société préhistorique française.
1 brochure (offerte par les auteurs).

Communications verbales.

M. Datin présente de belles préparations d'un microlépidoptère nouveau pour la faune de la Loire-Inférieure. La chenille de cette espèce, *Conchylis sanguinana*, habite à l'intérieur des tiges d'*Eryngium campestre*. Elle a déjà été signalée en Vendée, en Charente-Inférieure (Châtelaillon), mais elle ne semble pas exister au nord de la Loire.

M. Ferronnière, à propos de la localisation de certaines espèces, fait observer qu'il y aurait grand intérêt à chercher l'origine de ces localisations, soit dans des migrations ou des établissements historiques, telle est, par exemple, l'existence à Ingrandes d'Hélices maritimes ; Ingrandes ayant été autrefois entrepôt de sel ; soit dans des reliquats de faunes anciennes, faunes d'époques où les lignes de rivages différaient de leur tracé actuel.

M. Ferronnière fait ensuite une causerie sur les variations historiques de la géographie de la baie de Bourgneuf.

Séance du 5 mars 1920.

Présidence de M. le D^r^ A. Labbé.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et approuvé.

Correspondance.

Le président donne connaissance de plusieurs lettres et rapports reçus de la Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles :

1° Exposé des travaux effectués depuis le 31 octobre 1919 ;
2° Création d'une Confédération française du travail scientifique ;
3° Rapports divers.

Communication verbale.

M. Ferronnière entretient la Société des Mammifères préhistoriques de Bretagne.

Séance du 16 avril 1920.

Présidence de M. le Dr A. Labbé.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et approuvé.

Présentation d'un nouveau membre.

M. Madrelle, instituteur à Lussault, près Amboise (Indre-et-Loire), présenté par MM. Bureau et Richard, est nommé *membre correspondant.*

Correspondance.

Lettre de M. Georges Guenin faisant connaître qu'il est chargé d'une chronique de *Préhistoire* pour les « Annales de Bretagne », et demandant de lui adresser nos travaux sur ce sujet.

Lettre de M. Carlos Ameghino faisant part de sa nomination comme directeur du Musée national de Buenos-Ayres.

Lettre de la Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles remettant un rapport de M. A. Mayer sur l'organisation des recherches scientifiques.

La Fédération nous adresse en même temps un projet de création de périodiques de documentation bibliographique.

Ouvrages offerts.

A. Stouvenot. — Gisements ferrifères de Bretagne, Maine, Anjou. 1 brochure (offerte par l'auteur).

Communications verbales.

M. Touchard fait part de quelques observations qu'il a faites sur la biologie des Coléoptères aux environs de Luçon (Vendée).

Crioceris merdigera, sur la Fritillaire *(Fritillaria meleagris)*. *Molytes coronatus*, sur la Grande Berce (*Heracleum Sphondylium)*.

Séance du 6 mai 1920.

Présidence de M. le Dr A. Labbé.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et approuvé.

Présentation d'un nouveau membre.

M. René Bertrand, étudiant à Nantes, présenté par MM. Labbé et Peloux, est admis comme *membre affilié*.

Correspondance.

Lettre du Ministère de l'Instruction publique nous avisant qu'il nous accorde une subvention de 500 francs.

Communications verbales.

M. Col présente un tubercule de pomme de terre traversé par une branche d'inflorescence de *Lathrea clandestina.*

M. Labbé présente deux spécimens de *Phlomis fructicosa, plante adventice nouvelle pour la Loire-Inférieure.*

Cette belle labiée a été recueillie par MM. Labbé et Guéguen, aux environs de Saint-Nazaire, où elle croît abondamment sur les falaises au nord de Villès-Martin. C'est un arbrisseau robuste, de 30 à 50 cm., tomenteux blanchâtre, à feuilles entières ; à l'extrémité des rameaux se trouvent trois ou quatre verticilles compacts, de vingt à trente fleurs, accompagnées de bractéoles lancéolées et velues ; le calice est tubuleux, tronqué, plissé longitudinalement, il porte cinq courtes dents aiguës ; la corolle jaune, bilabiée, velue, atteint au moins 30 mm. C'est une plante des régions méditerranéennes qui s'est peut-être échappée d'un jardin, mais tend à s'acclimater fortement sur la côte.

De Candolle (*Botanicon gallican.*, p. 341) la signale aux environs de Narbonne et dans les Pyrénées orientales. L'abbé Coste (*Fl. de Fr.*, III, p. 122) sur les rochers des côtes de Provence, l'Asie Mineure.

M. **Péneau** présente quelques larves d'insectes aquatiques des environs de Nantes.

Des Odonates : *Anax formosus* ; *Agrion* ; *Calopteryx virgo* ; *Æschna* ; des Ephémérides : *Clœon* ; des Perlides : *Baetis* ; des Diptères : *Stratiomys* ; *Culex* ; des Coléoptères : *Dytiscus*.

Il donne quelques détails sur l'anatomie et la biologie de ces insectes ; certaines de ces larves sont présentées vivantes, notamment celles de Dytiques, au repas desquelles on assiste.

M. **Touchard** signale la modification survenue dans la coloration d'un lot de *Cassida murræ*, enfermés vivants dans une boîte. De verts qu'ils étaient, tous ces coléoptères sont passés au rouge brun.

M. **Labbé** entretient la Société des phénomènes de l'*Hypnose chez les animaux*. Il note les caractères généraux de ces phénomènes chez les vertébrés (poissons, grenouilles, lézards, oiseaux). Puis il rend compte d'expériences faites par lui sur les invertébrés (crustacés, céphalopodes, tuniciers, géphyriens). Discutant les explications proposées, notamment celle récente de M. Rabaud (insectes), il note comme phénomènes généraux : l'immobilisation dans une position anormale comme cause, et l'accélération des mouvements respiratoires comme effet.

Séance du 4 juin 1920.

Présidence de M. le D^{r} A. Labbé.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et approuvé.

Présentation d'un nouveau membre.

M. Robert **Lami**, licencié ès sciences, 12, rue de Varize, Paris, présenté par MM. Péneau et Polo, est admis *membre correspondant.*

Correspondance.

M. **Péneau** s'excuse de ne pouvoir assister à la réunion.

Lettre de « l'Association des Écrivains scientifiques français » soumettant deux modèles de contrats de publication entre auteurs et éditeurs.

Communications verbales.

M. Col fait une communication au nom du Dr Giraudeau, de Vallet, sur *Saxifraga granulata*, trouvée sur la pelouse nord du Château-du-Doré. Cette plante avait été signalée à Clisson, au Rabt et dans la vallée de la Sèvre ; par M. Col, à Vertou. L'exemplaire de M. Giraudeau a été trouvé dans la haute vallée de la Divatte ; donc, la vallée de la Sèvre ne serait pas la seule voie d'accès vers la Loire.

M. Labbé signale la présence dans une Moule (*Mytilus edulis*) de très nombreux Cercaires anoures. Ces Cercaires présentaient tous les caractères de Distomes, moins les organes génitaux ; il n'y avait aucun rudiment de la queue caractéristique. Ils étaient renfermés dans des Sporocystes sacciformes inclus dans la cavité branchiale.

Les Cercaires anoures ou Cercaroïdes habitent principalement les Mollusques terrestres, leur hôte définitif étant un Mammifère.

Il a trouvé également des Cercaires dits Bucéphales, c'est-à-dire à double queue, dans une huître (Anc. *Bucephalus haimeanus*).

L'hôte définitif des Cercaires des Moules est probablement un oiseau de rivage ou un poisson.

Séance du 2 juillet 1920.

Présidence de M. A. Col.

Le Dr Labbé, retenu à l'École de Médecine, s'excuse de ne pouvoir assister à cette réunion.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Communications verbales.

M. J. Péneau fait part d'une observation *sur les mœurs du Moineau et du Martinet.*

La maison qu'il habite a une façade sur un jardin, terminée en pignon, la toiture débordant le mur d'une vingtaine de centimètres il en résulte, au sommet de la maison une partie bien protégée par l'angle de la toiture. Il y a quelques années, un couple de *martinets* choisit cet emplacement pour y établir son nid. Au printemps suivant, avant le retour des martinets, des *moineaux* trouvèrent le coin à leur convenance et s'y installèrent. Quand les martinets revinrent en mai, la place était occupée par des hôtes peu disposés à la céder. Le résultat fut des batailles continuelles qui aboutirent à la chute des petits moineaux hors du nid, puis, plus tard, à celle des petits martinets, et enfin à celle des petits moineaux de deuxième couvée.

Depuis, tous les ans, les mêmes querelles recommencent au détriment des jeunes. Habituellement, le volumineux mais peu solide nid construit par les moineaux avant l'arrivée des martinets est peu à peu dispersé.

Mais, cette année, le 16 juin, une lutte plus vive a fait choir en une seule fois tout le nid, peu fait d'ailleurs pour supporter la vigueur des martinets. Avec le nid, est tombé l'unique *jeune martinet* qu'il contenait encore.

Bien que le nid ait été passablement secoué dans sa chute, j'y ai trouvé les insectes suivants :

D'abord sur le petit oiseau : le *Crataerhina pallida* Olfers, diptère *pupipare*, parasite spécial du martinet ; — un hémiptère cimicide voisin de la punaise de lits, *Lyctocoris campestris*, adulte et immatures ; — un lépisme ; — une araignée ; — un coléoptère, *Anthrenus pimpinellæ* Fal.

Séance du 5 novembre 1920.

Présidence de M. le Dr A. Labbé.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté.

Présentation de nouveaux membres.

M. l'abbé A. Carpentier, professeur à la Faculté libre de Lille, présenté par MM. Ferronnière et Péneau, est nommé *membre correspondant*.

M. Charles Rumeau, étudiant à Nantes, présenté par MM. Labbé et Péneau, est nommé *membre affilié*.

Correspondance.

Le Président donne connaissance de la correspondance reçue depuis la dernière séance :

Lettre de la *Fédération des Sociétés françaises d'Histoire naturelle*, relative à sa prochaine assemblée générale.

Lettre de la *Société des Sciences naturelles de Seine-et-Oise,* demandant l'échange avec notre Bulletin.

Et plusieurs autres lettres.

Nécrologie.

Le président fait part du décès d'un de nos membres honoraires : DELAGE Yves, professeur de Zoologie à la Sorbonne, membre de l'Institut. Le Président résume la vie scientifique du défunt et rappelle l'intérêt qu'il portait à Nantes et à notre Société.

Un autre décès est aussi à déplorer, celui de : ŒHLERT Daniel, membre correspondant, conservateur du Musée de Laval, géologue connu, membre correspondant de l'Institut.

54e *Congrès des Sociétés savantes de Paris et des Départements.*

M. le Ministre de l'Instruction publique nous fait parvenir le programme de ce Congrès, qui se tiendra à la Sorbonne du 29 mars au 2 avril 1921. Parmi les questions figurant à ce progamme :

Application de la spectroscopie à l'étude des minéraux.
Étude chimique et minéralogique des roches sédimentaires.
Flore et faune des estuaires.
La flore alpine dans les Hautes Vosges.
Effets de la guerre sur la végétation. Etc.

Ouvrages offerts.

F. CAMUS. — Contribution à l'étude des Bryozoaires fossiles
1 brochure (offerte par l'auteur).

M. LAMBERTIE. — Note sur des aberrations de *Cicindela hybrida.*
— Quelques Coléoptères de la Gironde.
— Quelques Coccidies de la Gironde.
3 brochures (offertes par l'auteur).

F. SCHERDLIN. — Sur la présence de quelques insectes rares ou localisés en Alsace.
1 brochure (offerte par l'auteur).

A. LACROIX. — Les industries minérales non métalliques à Madagascar.
1 brochure (offerte par l'auteur).

Communications écrites.

M. Émile GADECEAU envoie une *Note sur une anomalie de « Matricaria Chamomilla »* L.

« Cette anomalie a été constatée par M. Auguste Diard, chef de l'École botanique au Jardin des Plantes de Nantes.

« Elle consiste dans la présence, à la circonférence du capitule, de fleurons anormaux tubuleux, blancs, dépassant longuement ceux du centre, remplaçant les demi-fleurons habituels en languette, mais, comme ceux-ci, femelles, unisexués. Le tube offre cinq dents, mais on constate que deux sinus plus profonds séparent deux de ces dents des trois autres, montrant ainsi une tendance vers la corolle bilabiée.

« Une anomalie de *Leucanthemum vulgare* Lamk., signalée par MM. Edm. Bonnet et J. Cardot (1), présentait aussi à la circonférence du capitule des fleurons blancs, sous la forme de longs tubes, mais ces fleurons, au lieu d'être unisexués, à un ovule et un style comme les demi-fleurons ordinaires, étaient hermaphrodites comme ceux du centre du capitule, et offraient ainsi un retour plus caractérisé vers le type considéré comme régulier chez les Composées hétérogames » (2).

Le Dr Marcel BAUDOUIN envoie une note sur *Un cas extraordinaire de virilisme chez une Paonne.*

« En 1916, j'ai communiqué à l'Académie de Médecine de Paris (3) l'observation d'une Paonne (*Pavo cristatus*), alors vieille de douze ans, qui « chantait le paon », comme les poules âgées « chantent le coq » (4), et qui « faisait la roue » comme un mâle.

« A cette époque, son plumage n'était pour ainsi dire pas modifié. Aujourd'hui, août 1920, c'est-à-dire quatre ans après, cet oiseau a seize ans ! Or il a pris tout à coup la *parure* du paon, comme le montre la photographie présentée à la séance.

---

(1) *Bull. Soc. Bot. fr.*, t. XXVIII (1881), p. 196.

(2) Voir Péchontre, *Biologie florale*, p. 72.

(3) M. Baudouin, *A propos de la cause du virilisme.* Bull. de l'Acad. de Médecine de Paris, 1916, 17 octobre.

(4) Dans les campagnes vendéennes, quand une poule « chante le coq », on dit qu'elle a « une mauvaise plume » et qu'il faudrait l'enlever. Mais comme on ne peut savoir où est placée cette fameuse plume, il vaut mieux tuer de suite la dite poule ; sans cela, cela porterait malheur à la maison. C'est donc un signe de *mauvais augure.* — Cela fait songer aux célèbres poulets sacrés de Rome et aux Augures.

« Ce fait prouve que j'avais eu raison d'écrire en 1916 que les changements qui surviennent dans la *voix* et le *chant* se montrent d'ordinaire *avant* celles du plumage et attirent les premières l'attention dans le cas de virilisme des femelles. Il a fallu en effet attendre *quatre* années pour assister à l'apparition d'un plumage masculin.

« Cet oiseau ressemble à s'y méprendre à un mâle âgé. La principale différence réside dans le port et la manière de marcher de l'oiseau femelle âgée. Malgré sa queue très longue, il continue à être timide et avoir une marche moins assurée que celle du mâle. Ce fait a frappé tous les observateurs, qui, spontanément, m'en ont fait la remarque. Il en résulte que le virilisme ne change pas l'allure, c'est-à-dire en somme l'anatomie de l'animal.

« Voici les caractéristiques du plumage : l'*aigrette* est formée de quatre petites plumes verticalement implantées, à tige sans barbures et terminée par une petite houpette.

« Le plumage du *cou* est d'un bleu *violet* très vif. Il forme un collier large au moins de 0 m. 10 à 0 m. 12.

« A la base du thorax, les plumes sont blanches et noires et forment une cuirasse aux plus chatoyants effets.

« La queue est constituée par des plumes exactement semblables à celles du mâle. Elles sont très longues et atteignent parfois plus d'un mètre ; elles sont impossibles à distinguer de celles d'un paon adulte.

« Cette paonne ne « chante » plus que très rarement et modérément. Elle ne peut plus qu'ébaucher des « roues ». Cette observation prouve que l'évolution se fait avec une réelle lenteur (au moins quatre ans chez le paon) et dans un ordre donné qui paraît inversé. »

Communications verbales.

Le Dr Labbé entretient la Société des travaux accomplis cet été au Laboratoire de Biologie marine du Croisic. Il présente plusieurs espèces d'animaux rares (Vers, Géphyriens, Mollusques, etc.) recueillis au cours de dragages ou de pêches côtières.

M. J. **Péneau** présente quelques échantillons de plantes fossiles recueillies par lui dans les déblais du puits qui a été ouvert en 1917 dans le Carbonifère de Saint-Mars-de-Coutais.

On peut lire dans l'ouvrage du Dr Bureau (*Nantes et la Loire-Inférieure*) et dans une analyse donnée dans notre Bulletin (1910) l'historique des tentatives d'exploration de ce Carbonifère du lac de Grandlieu. Le puits ouvert en 1917 ne fonctionne plus, lui non plus. Mais actuellement on ouvre un nouveau puits dans lequel M. Péneau espère faire des observations qui permettront de fixer la position stratigraphique de ce gisement.

Le Muséum possède déjà quelques espèces de cette localité, espèces que M. Édouard Bureau avait déterminées comme suit : *Cordaïtes principalis* Geinitz ; *Dactylotheca dentata* var. *plumosa ; Pecopteris arborescens* Brong., *Simoni* Zeill., *cyathea* Brong., *affinis* Brong. ; *Alethopteris Serlii* Brong., *decurrens.*

Séance du 3 décembre 1920.

Présidence de M. le Dr A. **Labbé**.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Présentation de nouveaux membres.

Sont admis comme *membres affiliés :*

M. Albert **Bris**, 15, rue Saint-Clément, Nantes, présenté par MM. Péneau et Bureau.

M. A. **Pelé**, instituteur à Saint-Étienne-de-Mer-Morte, présenté par MM. Chenantais et Péneau.

M. **Nedelec**, étudiant en médecine, présenté par MM. Col et Labbé.

Ouvrages offerts.

Dr J.-E. **Chenantais**. — Trois Discomycètes. Études sur les Pyrenomycètes. Deux Muscédinées.
1 brochure (offerte par l'auteur).

Dr Ch. Picquenard. — Contribution à la flore fossile du bassin houiller de Plogoff-Pont-Croix.
— Observations sur quelques fougères et Ptéridospermées du Massif armoricain.
2 brochures (offertes par l'auteur).

Communications verbales.

Le Dr Labbé fait une communication sur l'*action des changements de milieu sur « Dunaliella salina »*.

Il expose les résultats d'une expérience qu'il a faite au Laboratoire de Biologie marine du Croisic sur *Dunaliella salina* (anc. *Chlamydomonas Dunali*).

Ce flagellé, qui vit dans des milieux de concentration saline très élevée, est abondant dans certains œillets des salines, à qui il communique une teinte rougeâtre qu'il ne faut pas confondre avec la coloration de certains œillets par l'oxyde de fer.

Avec lui vit *Fabrea salina* Henneguy, qui s'en nourrit. Ces deux Protozoaires, dont l'histoire est maintenant bien connue, sont caractérisés par un pigment azoté rouge-brun, la Fabréine, dont l'étude chimique a été faite par Donnasson et Fauré-Frémiet en 1911 (1).

L'expérience est la suivante : si on adapte des *Dunaliella* à des eaux de concentration saline progressivement décroissante pour les amener jusqu'à l'eau douce, on constate que la coloration rouge a disparue et est remplacée par une coloration verte. Les monades montrent de nombreux grains de chlorophylle, et très peu possèdent encore quelques grains de pigment jaunâtre. Cette apparition de chlorophylle par changement de milieu est un cas intéressant d'adaptation.

Mais on peut se demander si le pigment chlorophyllien est de néo-formation, ou s'il provient d'une transformation de la Fabréine.

M. Labbé penche vers une troisième hypothèse. D'après ses observations, il pense que la chlorophylle existe à l'état normal chez les *Dunaliella*, mais qu'elle se trouve masquée par le pigment rouge. La diminution de l'alcalinité du milieu et le passage à l'eau douce neutre ou légèrement acide s'accompagnent probablement d'oxydations qui font virer la Fabréine au rouge, puis la décolorent ; et la chlorophylle devient apparente. L'oxydation décolorant la Fabréine peut provenir de la fonction chlorophyllienne elle-même. — La réaction est du reste réversible : les *Dunaliella* reportés dans l'eau sursalée reprennent leur coloration rouge.

---

(1) *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXI, p. 515, 1911.

Il s'agit en tous cas d'une action chimique directe du milieu.

M. Louis Bureau présente de grands Cérithes de l'Éocène parisien qui lui ont été remis pour le Muséum par la famille de Laubrières.

Ce sont *Campanule giganteum*, *Campanule incomptum*, *Campanule cornucopiæ* Sow. mut. *Bigoti*, exempl. de Defrance cité pour la *Silurina florina* qu'il supporte.

Découverte d'un nouveau gisement fossilifère

dans le Calcaire marneux du Bassin Crétacé de Commequiers (V.), au niveau de la Gare.

PAR

M. le Dr Marcel BAUDOUIN (Croix-de-Vie).

Historique. — En réalité, c'est le savant Cavoleau [1] qui, le premier, a reconnu et cité le Bassin Crétacé de Commequiers, dès 1818.

a) Découverte. — Voici ce qu'il en disait à cette époque : « Un bassin *calcaire*, entouré de collines schisteuses..., occupe une partie de la commune de Commequiers, canton de Saint-Gilles. Sa superficie peut être d'une demi-lieue carrée.

« Il s'étend, du Nord au Sud, depuis le bourg de Commequiers jusqu'à la rivière de Vie ; de l'Est à l'Ouest, depuis le hameau des Chaulières jusqu'à celui de Villeneuve.

« Les matières *calcaires* qui remplissent ce bassin sont comme les autres... On y découvre beaucoup de *coquillages* en état de ce qu'on nomme improprement pétrification, dont les espèces n'existent plus sur la côte voisine.

---

[1] J.-A. Cavoleau, *Description du départ. de la Vendée et cons. gén. sur la guerre civile, etc.*, Nantes, Vor Mangin, 1818, in-8° carré (voir p. 10-11).

« Le sol est hérissé de *monticules* [1], dont les sommets sont consacrés à la culture de la vigne [2].

« AU-DESSOUS de la pierre *calcaire*, dont les couches sont peu profondes, il s'en trouve de TERRE BLANCHE, largement rougie par l'oxide de fer. Sèche, elle est presque pulvérulente ; humectée, elle est assez grasse. J'en ai fait dissoudre 100 gr. dans de l'acide nitrique très affaibli. L'effervescence a été vive. L'évaporation du gaz acide carbonique a été de 20 gr. ; ce qui suppose à peu près 59 gr. de matière calcaire.

« Le sable et l'alumine se sont trouvés dans le reste, en proportions à peu près égales.

« C'est donc une véritable MARNE, dans laquelle le carbonate calcaire est dominant.

« Cette marne serait très utile à la culture des terres un peu fortes et humides, à celles par exemple du marais, qui se trouve dans son voisinage ».

⁂

On voit, par ces quelques lignes très typiques — que A. Rivière s'est dispensé pourtant de citer en 1842 dans son grand et remarquable Mémoire sur ce bassin, — qu'en somme c'est bien CAVOLEAU qui est l'auteur de la découverte, scientifiquement parlant, du CALCAIRE de Commequiers. C'est bien lui aussi qui a reconnu l'existence de la MARNE en ces lieux et a formellement indiqué et sa situation, inférieure à celle du *Calcaire à fossiles*, et sa grande VALEUR AGRICOLE.

Malgré cela, jamais personne n'a cité cet auteur ; et c'est là une injustice flagrante [3], qu'il importait de réparer de suite.

---

[1] En somme, il n'existe qu'un seul monticule : *La Butte des Chaulières*. Les autres ne sont que des portions de petites falaises, exposées au Sud.

[2] Encore plus exact aujourd'hui.

[3] Cavoleau, dans la première édition de son *Annuaire* (an XII), ne parle pas de ce bassin calcaire de Commequiers.

Pourtant, je crois bien qu'il en avait connaissance dès l'an VIII !

En effet, dans une lettre datée de Saint-Gilles et du 4 floréal an VIII (1799-1800), le greffier Hilairet, *ex-prêtre très instruit*, lui écrivait ce qui suit : « Dans la lettre que j'écrivis il y a deux jours, en t'envoyant un *b) Étude géologique.* — En 1842, A. Rivière [1] a étudié en géologue averti le gisement CRÉTACÉ de Commequiers. Certes, il a commis des erreurs... Mais il l'a décrit [2] avec une précision et une sûreté de main vraiment surprenantes pour l'époque ! Aussi ne puis-je que renvoyer à cet important Mémoire, classique et connu de tous les spécialistes, pour ne pas allonger outre mesure cette note.

c) Bibliographie. — Deux ans plus tard, en 1844, A. de la Fontenelle de Vaudoré [3], dans sa réédition si intéressante de l'ouvrage de Cavoleau, a très longuement analysé les recherches de l'ex-professeur d'histoire naturelle de Bourbon-Vendée, A. Rivière.

Ce résumé parle d'une « Usine des Chaulières », pour faire de la chaux !

Cela supposerait qu'il y aurait eu, à cette époque, un *four à chaux* aux Chaulières. Or, je n'ai jamais entendu parler d'une telle « usine » ! Il doit y avoir là confusion avec le four à chaux voisin de la gare.

⁂

Depuis cette époque, personne n'a repris l'étude de ces lieux, pourtant très dignes d'une minutieuse exploration scien-

---

échantillon d'une espèce de PIERRE, que je crois CALCAIRE, etc. » (*Rev. Bas-Poitou,* 1903, p. 124).

Or, Hilairet, originaire de Bretignolles, ex-curé révolutionnaire à Saint-Gilles-sur-Vie, n'a pu connaître que le *Bassin calcaire de Commequiers*, le seul de la région ! Il est donc probable que la pierre adressée à son ami Cavoleau venait de cette commune, qu'Hilairet connaissait très bien.

Cavoleau, étant de Legé, n'a dû visiter ce bassin que plus tard.

En conséquence, le véritable inventeur serait le célèbre ex-curé Hilairet, qui a laissé dans la contrée un nom impérissable pour des raisons extra-scientifiques (Cf. Marcel Baudouin, *Histoire de Saint-Gilles-sur-Vie.* Ouvrage inédit).

[1] A. RIVIÈRE, *Groupe crétacique ou terrains crétacés de la Vendée et de la Bretagne. Ann. des Sc. géol.,* Paris, 1842, t. I, 1re an., p. 617-653, pl. hors texte (pl. IX à XIII). (Cf. *B. S. G. F.*, 1840, t. XI, p. 330).

[2] Dès 1835, A. Rivière devait connaître ce gisement (Cf. *B. S. G. F.*, t. VII, p. 37).

[3] A. D. F. DE VAUDORÉ, *Statist. ou descript. gén. du dép. de la Vendée*, Font.-le-Comte, 1844, Robuchon, in-8° (Cf. p. 21-23).

tifiquement menée, comme l'avait pressenti Cavoleau dès 1818.

En 1881, M. le professeur G. Vasseur n'a pas abordé, dans sa belle thèse [1], ce qui se rapporte au CRÉTACÉ de Commequiers. Ce qui n'a rien que de naturel, puisque les recherches de cet auteur n'ont porté que sur le *Tertiaire* de ces contrées.

Exploration personnelle. — *a)* Dès cette époque, j'ai souvent parcouru les terrains où le calcaire affleure (Les Chaulières, La Brigassière, Les Brosses, Pierre folle, etc.). J'ai noté alors les principales carrières et recueilli des fossiles.

b) En 1900, M. le professeur Louis Bureau [2] s'est borné à quelques lignes sur le Calcaire de Commequiers.

« Des couches puissantes de *grès* et *sables couronnent*, dit-il, les CALCAIRES ; mais nous ignorons si elles surmontent le TURONIEN de Touvois et de Commequiers (zone à *Ostrea Columba*, var. *Gigas*)... Les Calcaires cénomaniens s'observent à Commequiers ».

Mon excellent maître et ami semblait admettre, par ces mots, l'existence du TURONIEN à Commequiers : fait qui me paraît désormais indiscutable, mais qui ne se rapporte pas au vrai *Calcaire* de ce bourg.

c) Dès 1903, j'ai déjà signalé la découverte que je rapporte ici dans un Mémoire d'ordre préhistorique [3].

Découverte du Turonien. — En 1912, A. de Grossouvre [4] n'a consacré que les lignes suivantes au Crétacé de Commequiers. « Mon regretté confrère Dumas a trouvé, à Commequiers, un *Placenticeras*, qu'il ne paraît pas possible de rattacher à aucune espèce connue, et une *Ammonite*, du groupe des *Geslini* [1], qui appartient à une des espèces TURONIENNES des environs d'Angers.

---

[1] G. VASSEUR, *Recherch. géol. sur les terrains tertiaires de la France occid.*, Paris, 1881, in-8o.

[2] *La Ville de Nantes et la Loire-Infér.*, Nantes, 1900, in-8o (Cf. t. III, p. 322).

[3] Marcel BAUDOUIN et G. LACOULOUMÈRE, *L'Allée couverte de Pierre-folle* (*Commequiers*). *Restauration et fouilles de 1901*. A. F. A. S., Montauban, 1902. Paris, 1903, in-8o (Cf. p. 39).

[4] A. DE GROSSOUVRE, *Le Crétacé de la Loire-Inférieure et de la Vendée* (*Bull. Soc. Sc. nat. Ouest*, Nantes, 1912, p. 1-38, 3 pl. hors texte).

« Dans ce même gisement, M. le Dr Polo a recueilli des fragments de tours d'une forme très intéressante, qui, à première vue, rappelle assez l'*Am. perarmatus*, mais, en réalité, ressemble encore plus à l'*Am. Footenatus*, espèce appartenant au genre *Pseudaspidoceras* Hyatt. Or, l'*Am. Footenatus* se trouve dans l'Inde à la base du groupe d'Ootatoor, c'est-à-dire du *Turonien* ».

J'ignore d'où proviennent exactement ces trois fossiles, que je n'ai jamais recueillis à Commequiers, en place, dans les carrières. Je suppose donc qu'ils ont été trouvés *sur le sol*, à l'état libre !

Par conséquent ils n'ont pas un gros intérêt, en présence de la liste que nous donnons plus loin.

Ce sont là des exceptions, qui sont loin de prouver que le Crétacé de Commequiers est du *Turonien*, mais démontrent bien, en effet, que la MER TURONIENNE A RECOUVERT, à un moment donné, CETTE PARTIE DU RIVAGE VENDÉEN, comme la commune de Bois-de-Cené, etc. etc. [2].

Le Turonien du rivage du Marais de Mont. — Je suis d'autant plus porté à accepter l'hypothèse de M. de Grossouvre que j'ai admis, dans un Mémoire antérieur, l'existence du TURONIEN, ou plutôt des SILEX NOIRS du TURONIEN, sur le rivage vendéen, au début du Néolithique [3].

Les cartes de la mer Turonienne, publiées par de Lapparent et le professeur Haug, qui indiquent que cette mer *débordait largement la Vendée à l'Ouest*, ainsi que la mer *Cénomanienne*[1], sont donc parfaitement exactes pour le Bas-Poitou[2].

---

[1] Il s'agit de *Mammites Petraschecki*, n. sp. (A. de Grossouvre).

[2] Le passage cité de Cavoleau prouve que l'assertion de M. A. de Grossouvre, relative à la découverte du Crétacé à Touvois, Bois-de-Cené et Commequiers, est inexacte.

C'est le bassin de Commequiers qui a été le premier découvert (1818), si la trouvaille de Touvois ne date que de 1836.

Mais il n'en est pas à Commequiers comme à Touvois ! Le Crétacé, sous forme de *Calcaire*, y est toujours *visible* à la surface du sol.

Il n'y a que pour trouver de la *marne* qu'il faille creuser une mare ou un puits, il est vrai assez profondément.

[3] Marcel BAUDOUIN, *La Pétrographie de la station néolithique sous-marine de Saint-Gilles-sur-Vie (V.)*, *Bull. Soc. Préh. franç.*, Paris, 1914, 26 mars. Tiré à part, Paris, 1914, in-8° (Cf. p. 24).

Mais ces données n'infirment en rien l'opinion des auteurs anciens qui pensent que les calcaires et les sables de Commequiers sont du CÉNOMANIEN, et non pas du *Turonien.*

Notre liste de fossiles, pris en place, est d'ailleurs suffisamment démonstrative, pour qu'il n'y ait pas lieu de discuter davantage cette question.

Il m'est donc absolument impossible d'admettre la conclusion n° II du Mémoire de M. A. de Grossouvre, d'après laquelle le Crétacé de Commequiers serait du *Turonien supérieur*, c'est-à-dire du *Salmurien inférieur !*

Rien n'autorise une telle conclusion, malgré les trois fossiles, *aberrants*, cités par cet auteur, fossiles qui, RAMASSÉS SUR LE SOL, ne prouvent absolument rien, pour cette localité du moins.

Tout ce qu'on sait de nouveau sur ce bassin depuis A. Rivière a été résumé dans la Notice de la Carte Géologique, feuille de Palluau, due au Pr Wallerant[3], en une seule phrase : « *Calcaires durs* et *Calcaires siliceux* ». — C'est un peu bref, quoique très exact, mais incomplet.

---

[1] Jadis, ces Calcaires devaient dépasser l'île d'Yeu et atteindre Rochebonne.

[2] La trouvaille, en divers points de la Vendée, d'outils préhistoriques en *silex noir* prouve que jadis il a dû y avoir des lambeaux de Crétacé (*Turonien* ou *Cénomanien*) jusque dans la Haute-Vendée, tandis qu'il n'en reste plus trace désormais.

Ces lambeaux ont été détruits sans doute par des transgressions marines tertiaires ou quaternaires, qui ont fait disparaître le calcaire et laissé sur place les rognons de silex ayant servi à faire ces outils néolithiques.

Les exemples abondent. Cf. mon Mém., 1914, p. 25; et *Nouv. remarq. sur la Pétrographie de la stat. s.-mar. de Saint-Gilles, etc.* (*Bull. Soc. Préh. franç.*, 1914, p. 391-400).

[3] Feuille de Palluau, *Bull. de la Carte géol. de France*, 1898, t. X, p. 25-26.

⁂

Découverte d'un Gisement Cénomanien. — Or, en 1886, nous avons assisté à deux fouilles, faites dans la *Gare* de Commequiers par la Compagnie du Chemin de fer, avons pu prendre quelques croquis sur les terrains mis à jour à cette occasion, et recueilli un certain nombre de *Fossiles*, en assez bon état.

Ce sont ces notes que nous donnons ici, de façon à ce que le résultat des constatations alors faites ne soit pas complètement perdu pour la Science.

Les Marnes de la Gare. — Le terrain où des fossiles ont été recueillis correspond d'ailleurs à des MARNES *blanches*, non encore signalées jusqu'à présent en ce point, et situées *au-dessous* des *Sables rouges* du grand bassin Cénomanien (C^4) de Commequiers, seuls visibles sur le sol.

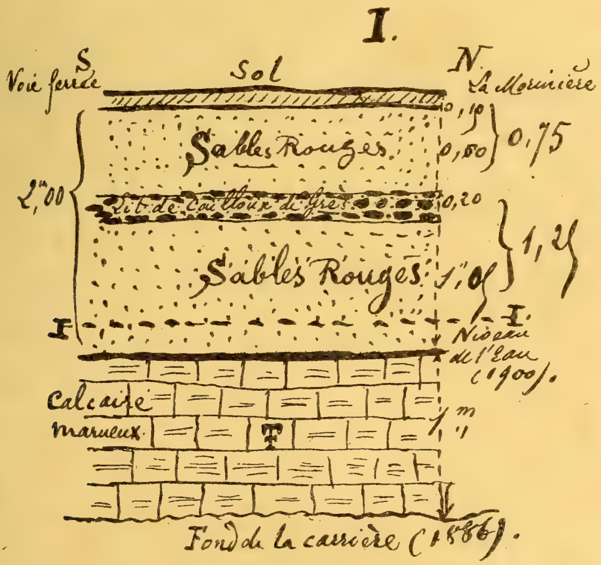

I.
S
N.
Voie ferrée
Sol
La Morinière
0,10
0,80
0,75
Sables Rouges
2,00
Lit de cailloux de Grès
0,20
1,25
Sables Rouges
1,05
I
I.
Niveau de l'Eau (1900).
Calcaire marneux
T
1m
Fond de la carrière (1886).

Fig. 1. — Carrière de la Gare, Commequiers. — *Coupe.*

Ces *marnes*, de consistance très faible, n'affleurent d'ailleurs nulle part. Mais des travaux de construction nous les ont montrées, *sous les sables*, dans deux endroits différents où l'on pourra les retrouver un jour.

1° Au niveau du CHATEAU D'EAU de la gare ;

2° Au niveau d'une CARRIÈRE A SABLE, creusée à l'O. de la gare, en face *La Morinière*, et aujourd'hui transformée en trou d'eau [1], alimentant une pompe de la gare (Fig. 1).

Stratigraphie. — 1° La coupe, relevée en septembre 1886 au niveau de la carrière Ouest, a donné, du bas à la surface du sol (Gisement dit de *La Morinière*) (Fig. 1) :

1° *Calcaire marneux.* Couche de *marne* avec noyaux de calcaire compact, fossilifère [minimum vu :]	1 m.	1 m.
2° *Sables rouges*, avec fragments de blocs de grès (Pierres cornues) . .	1 m. 05	1 m. 25
3° Lit de *cailloux* de grès dans les sables	0 m. 20	
4° *Sables rouges*	0 m. 60	0 m. 75
5° *Terre arable*, noirâtre, argilo-sableuse (Partie supérieure des *sables rouges*, influencée par les végétaux).	0 m. 15	

La Marne. — Le calcaire marneux, ressemblant assez à de la craie, doit avoir là une certaine puissance. Mais la carrière ne l'a pas mis à découvert plus profondément, parce qu'on a rencontré alors une *source* qui a arrêté les travaux de creusage.

Ce banc calcaire ne semble pas remonter, en ce point, vers le Nord, car je ne l'ai pas vu au fond d'une autre excavation, faite au N.-O. de la gare et aussi profonde. Si pourtant, en cet endroit, le calcaire existe, il est plus bas situé. A ce niveau, il n'y avait que des *sables rouges*, non fossilifères, sous la terre végétale. Je n'ai trouvé là que des rognons de *grès* volumineux, c'est-à-dire des embryons des *pierres cornues*, si caractéristiques de ce bassin.

A. Rivière a signalé, au Sud de Commequiers, un calcaire argileux *blanc* et même une *marne blanchâtre*. En ces points, d'ailleurs, l'altitude est moindre qu'aux Chaulières. Il a, au demeurant, après Cavoleau, bien indiqué qu'on pourrait utiliser cette marne pour l'agriculture. Mais il n'a pas vu d'affleurement de cette marne au voisinage des lieux où la gare a été édifiée de 1883 à 1886.

---

[1] La carte n'indique pour le C^4 de Commequiers que *deux gîtes de* FOSSILES. Il faudra désormais y ajouter les deux nouveaux, demeurés jusqu'à présent inédits, que je cite ici.

Il existe, près de La Morinière, un bloc de *calcaire* des Chaulières qui sert de *borne*. Il a dû être apporté là lors de la construction de ce manoir.

2° J'ai égaré la coupe que j'avais prise au niveau du *Château d'eau* et ne puis la reproduire ici. Mais elle était sensiblement semblable à la précédente.

J'ai signalé toutes ces constatations dès 1903 dans un Mémoire sur l'*Allée couverte de Pierrefolle* (Commequiers) (Cf. p. 39).

Fossiles. — Au niveau de ces deux excavations, j'ai recueilli, en 1886, parmi les déblais et en place, un certain nombre de fossiles de la marne et des noyaux de calcaires y contenus.

J'en ai communiqué un certain nombre à M. le professeur Welsch (de Poitiers), qui a eu l'extrême amabilité de me les faire déterminer par l'un de ses confrères de la Charente, M. Joly (d'Angoulême).

Je remercie ces deux maîtres de la peine qu'ils ont prise ; et voici la liste des pièces qui ont pu être reconnues dans le lot de coquilles envoyé. Si cette note a jamais quelqu'utilité, c'est à ces confrères qu'il faudra en attribuer le mérite. Je n'ai fait que sauver, au moment favorable, n'étant alors qu'un *étudiant*, les pièces à conviction ! L'occasion ne se retrouvera sans doute pas de si tôt, car, depuis trente ans, j'attends en vain... de nouvelles fouilles en ces points, favorables pourtant !

Fossiles [Cénomanien]. — *Rhynconella Lamarckiana* D'Orb.
Polyconites operculatus Bayle [1].
Ostrea (sp. ?), voisine de *Lingularis* Lamarck [2].

---

[1] Nombreux spécimens, bien conservés, de la marne de la *Gare*.

[2] Très petite espèce. Plusieurs exemplaires.

Ostrea [Gryphœa] *Columba* Desh [1].
Ostrea flabellata D'Orb.
Ostrea [Alectryonia] *carinata* Lamarck.
Janira acuicostata D'Orb.
Janira junior quinquecostata D'Orb.
Janira phaseole D'Orb.
Lima subconsobrina (?) D'Orb.
Terebratula biplicata Brachi [2].
Panopea junior (?) [Asteriana] D'Orb.
Periploma Sapho D'Orb.
Cardium vendinense (?) D'Orb.
Turbo mailleanus D'Orb.
Nerinea junior (?) [Annisiana] D'Orb.
Crustacé. Indéterminé (débris).

Il faut ajouter à cette liste quelques fossiles qui n'ont pas été déterminés par un spécialiste.

a) 1 *Dentalium* (pourvu de côtes très saillantes) : une quinzaine d'exemplaires. — Peut-être *D. deforme* Lam. ?

b) 1 très petit *Oursin*, n'ayant guère que 10 mm. de diamètre, un peu plat et ovalaire : une douzaine de spécimens.

Il s'agit, sans doute, d'*Echinobrissus* [*Nucleolites*] *minimus* ou *Richardi* Coq.

c) Plusieurs petites baguettes d'*Oursins*.

d) 1 *Gastéropode*, à coquille très allongée, différent du *Nerinea junior* et du *Turbo mailleanus*, dont j'ignore le nom [3].

La plupart de ces Mollusques sont certainement du Cénomanien.

Toutefois on peut regarder comme discutables, en ce qui concerne cet étage, les genres *Panopea*, *Nerinea*, *Cardium* et *Periploma*.

De même l'*Ostrea* indéterminé et le débris de *Crustacé* restent sujets à caution, à ce point de vue.

---

[1] Nombreux types, de toutes tailles.

[2] Beaux échantillons des *Chaulières*.

[3] Il faudrait y ajouter quelques spécimens de fossiles, non encore déterminés, et d'abondants débris, douteux.

Quoi qu'il en soit, au moins *onze* espèces sont certaines comme Cénomaniennes, dont 3 *Ostrea*, 3 *Janira*, *Rhynconella, Polyconites*, *Lima*, *Terebratula*, *Turbo*, etc.

C'est plus qu'il n'en faut pour nous permettre d'être affirmatif !

Principales espèces. — On a donc là, comme fossiles certainement de l'époque *cénomanienne :*

a). 3 *Ostrea* classiques (*columba*[1], *carinata*[2] et *flabellata*).

b). 3 *Janira* (*acuicostata*, *quinquecostata* et *phaseole*).

Gryphœa columba est extrêmement abondante ; mais certainement c'est un fossile, surtout la variété *gigas*, plus caractéristique de la partie supérieure du dépôt, car c'est le mollusque dominant à la base des SABLES ROUGES. On le trouve en abondance sur le sol, au niveau des vignes surtout.

c). Le fossile le plus typique de la MARNE est certainement *Polyconites operculatus*. Il est, dans cette roche, assez fréquent et j'en ai recueilli un assez grand nombre d'exemplaires, très bien conservés.

d). Au contraire, il est rare — ou en tout cas beaucoup plus rare — dans le CALCAIRE compact des Chaulières, où, par contre, les bivalves s'observent plus souvent. Ce qui là domine, ce sont de petits exemplaires de *Terebratula biplicata*, qui a été retrouvée dans les *argiles blanches* de Noirmoutier[3].

Je n'insiste pas sur les fossiles douteux, n'ayant pas les connaissances paléontologiques nécessaires pour dégager leur signification réelle ; mais j'en possède un *certain* nombre, non encore déterminés.

Cette énumération ne cadre guère avec la liste des espèces examinées par A. Rivière et qu'il a publiée p. 645-6 de son Mémoire, où je ne retrouve guère qu'*O. carinata*, *O. columba* et *Terebratula plicatilis*....

---

[1] *Gryphœa* (*Exogyra*) *columba*, var. *gigas*, se trouve en très grande quantité sur le sol, surtout près des calcaires tendres.

[2] Dans le sol de l'Allée couverte de Pierrefolle, j'ai recueilli une *Alectryonia carinata*. Mais ce fossile était dans les *sables rouges*, et non dans le *calcaire*.

[3] *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest*, 1910, p. XXV.

Mais cela importe peu, car ce géologue n'avait dû recueillir que des spécimens trouvés *libres sur le sol*, c'est-à-dire provenant du calcaire supérieur ou des *sables*.

Ici, au contraire, tous les spécimens proviennent de l'intérieur du sol même et des MARNES, plus inférieures.

Comme le signale M. le professeur Welsch, la plupart des fossiles sont certainement CÉNOMANIENS : ce qui était à prévoir, évidemment. Il n'y a pas lieu de s'appesantir sur ce point du problème qui est résolu.

⁂

Remarques. — Le CALCAIRE du Bassin Cénomanien de Commequiers, qui, en ce qui concerne les *sables* et les *grès*, est si étendu, est assez peu connu encore, parce qu'insuffisamment exploré.

Le Calcaire. — Certes, il y aurait lieu de s'appesantir sur sa distribution au-dessous des SABLES ROUGES : mais je me borne ici à citer quelques faits *locaux*, qui pourraient échapper à des géologues étrangers au pays, venant étudier ces gisements difficiles à débrouiller. Plus tard, en effet, on pourrait n'y pas songer.

a) Les Carrières. — Les deux gisements de fossiles connus sont :

1° Les carrières des *Chaulières*, sur la Butte des Chaulières (20 m.), au S.-E. du bourg ;

2° Les carrières des *Gacheries* (18 m.), à l'Est du bourg, à pierre moins appréciée.

Tous deux ont été *exploités* à des époques diverses et anciennes.

b) Four à chaux. — Jadis a existé, à Commequiers, un *four à chaux* [1]. Il persiste encore et se trouve sur la route de la gare au bourg, mais n'est plus en usage.

Ce four s'alimentait avec le calcaire des *Chaulières*, gîte fossilifère cité par Rivière.

---

[1] Ce four à chaux est assez ancien. De mémoire d'homme il a toujours existé.

Un nommé Pipon y avait creusé pour cela une *carrière*, de 4 m. de profondeur, sur la Butte (20 m.).

Le dernier chaufournier, M. Thibaut, recueillait les *fossiles* qu'il trouvait vers 1886 et les adressait à un collectionneur, de Martinet (V.). Je n'ai pas pu retrouver cette collection.

Je me souviens avoir vu alors, chez M. Thibaut, des *Oursins*[1], un *Alectryonia carinata*[2] et un grand nombre de moules internes de grandes *Terebratula*.

On admet, dans la contrée, que le Calcaire, cristallin et grenu, dit industriel, n'existe, sauf aux Chaulières, que sous forme d'un BANC de 0 m. 50 à 1 m. d'épaisseur, et qu'on trouve au-dessous un BANC DE SABLE MARNEUX.

Dans ces conditions, le calcaire caverneux, très tenace et très solide, des Chaulières serait *supérieur* à la *Marne* de la gare de Commequiers.

Cela est assez logique, car l'*altitude* de la *marne* à la gare est de 18 — 2 m. = 16 m., tandis qu'aux Chaulières le *calcaire* atteint 20 — 1 m. = 19 m. [3]. La différence serait donc de 19 — 16 = 3 m. : ce qui correspond bien à la puissance du calcaire dans la carrière, qui est, en effet, de 4 m. — 1 m. = 3 m.

En 1842, A. Rivière n'a signalé qu'un « calcaire *tufeau* », entre le gîte fossilifère à calcaire grenu des Chaulières et Villeneuve, et dit que ce « tufeau », plus ou moins glauconieux, paraît être *surmonté* de sables rouges. C'est exact.

Mais il n'a voulu parler là que du calcaire « tufeau » qu'on voit au voisinage de *Pierrefolle*, et nullement des lentilles ou bancs de calcaire *marneux*, très blanc et très friable, que nous avons découvert sous la gare même de Commequiers.

c) Lacunes de la Carte. — La Carte géologique, sur laquelle les limites et l'étendue du terrain Cénomanien de Commequiers sont fort bien indiquées, ne présente aucune indication spéciale, relative à ce calcaire de Commequiers.

---

[1] J'ai, dans ma collection, un très petit *Oursin* qui n'a pas été déterminé. Cet animal n'a que 15 millim. de long. Il vient de la *Gare*.

[2] Se trouve surtout dans les *sables rouges*, à leur base. J'en ai trouvé un superbe exemplaire au cours de la fouille de l'Allée couverte de Pierrefolle, à l'intérieur même du monument (Collection personnelle).

[3] Cotes de la carte d'État-Major.

Cette lacune est accentuée par ce fait qu'il n'est pas indiqué de *carrières* ouvertes aux deux points fossilifères [1], ni de *four à chaux*.

Il serait important, toutefois, de conserver pour l'avenir ces indications et ces souvenirs. Sans cela, on ne comprendrait pas plus tard les ruines du dit four à chaux, voisin de la gare, d'une part, et, d'autre part, on ignorerait pourquoi, dans les vieilles constructions, on trouve des *blocs* assez volumineux des Chaulières [2] et des Gacheries, manifestement extraits par des spécialistes.

La Géologie doit expliquer l'Archéologie, tout aussi bien que l'agriculture et l'art de l'ingénieur.

Utilisation du Calcaire. — 1° *Préhistoire* (Mégalithe). — Au cours des fouilles de l'Allée couverte de Pierrefolle, qui remontent à 1901 [3], j'ai découvert un élément mégalithique, très important, inconnu jusque là, qui est en *Calcaire Crétacé* et provient d'un affleurement, devant avoir existé jadis dans les environs. Je ne crois pas en effet qu'on l'ait apporté des *Chaulières* ! On a dû le trouver dégagé, au milieu des sables rouges, du côté des Brosses, entre Pierrefolle et la Vie, sur le flanc du coteau.

Ce bloc était caché par un pilier en *grès*, cela depuis des siècles, dans le monument.

---

[1] En 1884-1886, il y avait encore en exploitation une grande carrière sur les Chaulières.

Il y avait des traces d'autres, alors abandonnées. Les affleurements de la roche sont nombreux à l'Est de la Butte, le long du chemin, côté Ouest.

[2] A la surface du champ de blé qui, en 1886, se trouvait au sommet de la Butte des Chaulières, et dans les délivres d'une vieille carrière voisine, j'ai recueilli un très grand nombre de *Terebratula plicata*, libres, bien dégagées et intactes : ce qui prouve qu'un peu de calcaire *marneux* friable a existé à un moment donné sur le haut du monticule.

Cela démontre qu'aux Chaulières même de la marne était supérieure au calcaire siliceux des carrières, dont je possède un bel échantillon, bourré de bivalves.

Par contre, un autre échantillon de ma collection, rempli de Radiolites (*Polyconites operculatus*), correspond à l'abreuvoir des Chaulières, et a été pris à un niveau un peu plus élevé que le précédent.

Ces constatations viennent appuyer les déductions précédentes, relatives à la situation de la marne au-dessus du calcaire siliceux.

[3] Marcel Baudouin et G. Lacouloumère, *Op. cit.*, pp. 19, 20, 22, 28, 40.

1° Cette pierre, presqu'*ovalaire*, mesure 1 m. 50 sur 1 m. 35 et est épaisse de 0 m. 30 centim.

Désormais, je la considère comme la PORTE, qui, verticalement dressée, fermait l'entrée du Mégalithe à l'Est, car, en raison de sa forme, il ne peut s'agir d'un pilier [1].

Pour la déplacer, on devait la faire *rouler* sur son bord, un peu *usé* d'ailleurs.

2° Mais les BLOCS DE CALAGE de certains piliers sont en même *Calcaire*, assez compact, en particulier au niveau des n^{os} IV, VII et I [2].

Au point de vue Architectonique mégalithique, ces faits ont un réel intérêt et montrent que, dès le Néolithique, les CALCAIRES DE SURFACE ont pu être employés dans les constructions [3].

2° *Emploi du Calcaire à l'époque historique. — a) Voie romaine.* — J'ai trouvé, dans l'intérieur du pavage de la voie romaine qui passait à Saint-Maixent-sur-Vie et se dirigeait vers le grand port préromain de l'embouchure de la Vie, des blocs du Calcaire de Commequiers.

J'y ai même remarqué des fossiles, que je n'ai recueillis ni aux Chaulières, ni à la Gare !

Par exemple une sorte de *Dentalium* à côtes, très courbe, qui était voisin d'une *Janira*.

Ce Calcaire gréseux, assez dur, a même pu être employé comme pavé proprement dit.

b) Souterrain. — J'ai trouvé, dans le Souterrain-refuge des *Blétières*, au Sud de Challans, près Commequiers, voisin d'une ancienne fortification à *construction moyenâgeuse*, au cours de fouilles, des blocs de Calcaire, apportés là, et venant des carrières des Gacheries.

c) Vieux Château (XIV^{e} siècle). — Ce calcaire a encore été employé comme pierres de construction pour le *Vieux Châ-*

---

[1] C'est la première fois que j'émets cette hypothèse, à laquelle je n'avais pas songé en 1903.

[2] Ces blocs ont des dimensions assez considérables.

[3] Dans la commune, on trouve parfois, à la surface du sol, des blocs de ce genre. Ils ont dûs être transportés ; ce sont sans doute des vestiges ou des débris de Mégalithes.

teau, octogonal, de Commequiers, qui remonte au moins au XIIIe-XIVe siècle.

On a donc depuis des siècles exploité [1] les deux carrières et le gisement des Chaulières surtout ; et il est étonnant que personne, en dehors de A. Rivière, ne se soit occupé de ce bassin crétacé jusqu'à présent.

Comparaisons. — Il y aurait lieu de recueillir, dans les deux principaux gites de Fossiles, d'ailleurs bien indiqués sur la carte géologique, un grand nombre d'échantillons : ce qui serait aisé.

Il faudrait ensuite examiner toutes les excavations du Bassin et y étudier les relations de couches de CALCAIRE et de MARNE avec les Sables rouges d'une part et d'autre part les gisements de LIGNITE des bords de la Vie. Cela fait, on pourrait certainement en déduire des conclusions intéressantes.

Conclusion. — Pour l'instant, en ce qui me concerne, je déclare que j'aurais bien d'autres considérations à présenter sur ce précieux bassin calcaire, surtout en ce qui concerne son utilisation au point de vue industriel et agricole.

Mais, pour ne pas allonger outre mesure cette note, je me borne aujourd'hui à souligner simplement le grand intérêt technique présenté par la petite liste de Fossiles que je puis publier aujourd'hui.

Que ceux qui m'ont permis de l'établir soient donc à nouveau remerciés du service ainsi rendu à la Vendée !

---

[1] Aux Chaulières mêmes, toutes les maisons ne sont pas construites en calcaire.

La Plante
considérée comme un complexe symbiotique

PAR LE

PROF. D^r^ CONST. DE MÉREJKOVSKY.

PRÉFACE

En se promenant dans la campagne par une journée d'été et en contemplant une fleur ou un arbre, on croit voir devant soi un organisme simple, unique, comme le serait un animal par exemple.

Il n'en est rien, ce n'est point un organisme simple, c'est une combinaison de deux êtres, une symbiose, et une symbiose des plus curieuses et tellement extraordinaire qu'au premier abord elle pourrait même paraître tout à fait invraisemblable.

Avant tout, une plante, un chêne par exemple, c'est un animal. Un énorme animal dans lequel vivent en parasites, ou plutôt en symbiontes, une multitude infinie de petits organismes microscopiques verts, des espèces d' « algues » unicellulaires, des cyanophycés[1]. Ce sont les grains de chlorophylle.

---

[1] Je sais bien que l'emploi du terme cyanophycé au masculin est contraire à l'usage établi en français ; je le regrette, mais je m'y vois forcé par le fait que les cyanophycés ne peuvent plus, comme autrefois,

Ces grains ne sont point le produit élaboré par la plante même, comme on le croyait généralement jusqu'ici, mais représentent des organismes indépendants venus du dehors et qui se sont introduits à l'intérieur de l'animal tout à fait au début du règne végétal ; ce sont eux qui, en se transmettant avec l'œuf de génération en génération jusqu'à nos jours, constituent avec l'animal, dans les tissus duquel ils vivent, cette association, cette symbiose qu'on appelle plante.

La plante est donc une symbiose d'un animal représenté par les cellules incolores et de petites « algues » microscopiques, les chromatophores ou corpuscules verts qui renferment la chlorophylle et donnent à la plante sa couleur caractéristique verte.

C'est en 1905 que j'ai énoncé pour la première fois cette théorie [1]. L'idée m'en est venue d'une façon tout à fait spontanée après la lecture du Mémoire de *Schimper* [2] sur les chromatophores. Ce n'est que plus tard, qu'étant en train d'écrire un ouvrage sur l'évolution des plantes et voulant voir ce que *E. Haeckel* disait à propos de leur phylogénie, que j'ai trouvé dans son ouvrage « Natürliche Schöpfungsgeschichte [3] » un passage où il dit : « Man könnte sogar vermuten, dass dieselben (les cyanophycés) nur den einzelnen Chromatellen « (oder *Chromatophoren*) der echten Pflanzen gleichwertig

---

être considérés comme des algues. Ce ne sont pas même des plantes, mais des mycoïdes, appartenant à un règne particulier qui comprend en outre les bactéries et les champignons (Voir ma « Theorie der zwei Plasmaarten » in Biologisches Centralblatt, 1910). Or un mycoïde est du genre masculin.

J'admets qu' « un » cyanophycé cela sonne drôle, mais que faire, il faudra bien qu'on s'y habitue. La vérité l'exîge.

[1] Mereschkowsky (C.), Uber Natur und Ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche. Biologisches Centralblatt. Bnd. XXV. 1905, p. 593. — *Isdem.* Nachtrag zu meiner Abhandlung : Ueber Natur und Ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche. Biol. Centralbl. Bnd. XXV. 1905, p. 689.

[2] Schimper (A.-F.-W.), Untersuchungen über die Chlorophyllkörper, etc. Pringsheims Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bnd. XVI. 1885, p. 1.

[3] Haeckel (E.), Natürliche Schöpfungsgeschichte. Edition de 1911, p. 432.

« sind, welche als « Chlorophyllkörner » in den grünen « Pflanzenzellen die Plasmodomen Teile sind und sich durch « Teilung vermehren ». Il émet donc la supposition que les chromatophores ne sont à considérer que comme des cyanophycés vivant à l'intérieur des plantes.

Mais, comme on le voit, ce n'est là qu'une simple affirmation, une pure supposition que *Haeckel* n'a pas même tenté d'appuyer par aucun fait, ni aucun raisonnement. Comme théorie, c'est moi le premier qui l'ai établie en 1905.

Depuis, elle n'a fait que peu de chemin ; on a peu parlé de cette théorie qui cependant change de fond en comble notre notion sur la plante et mériterait au moins d'être examinée. *Strasburger* [1] en a fait une petite critique, pas précisément bien heureuse, comme nous allons le voir (v. chapitre VIII) ; de courtes mentions ont paru dans certains Annuaires ; très peu d'ouvrages d'ensemble ou de manuels en parlent, et là encore mes idées ne sont mentionnées qu'en passant [2]. Le plus souvent ma théorie n'a été ni admise, ni critiquée, mais simplement ignorée.

Il y a un peu de ma faute. Je l'ai exposée trop brièvement. C'est que j'avais l'intention d'écrire tout un livre sur ce sujet. Divers autres travaux que je ne pouvais remettre m'en ont empêché ; puis survint l'âpre lutte politique de l'avant-guerre en Russie dans laquelle j'ai eu la faiblesse de me laisser entraîner, enfin la guerre, la révolution....

En 1910, j'avais énoncé encore une autre théorie [3] concernant la plante, d'après laquelle le nucléus des cellules des plantes (aussi bien que de celles des animaux) représenterait une colonie de bactéries ; la plante serait ainsi une symbiose double, d'une part avec des cyanophycés (chromatophores) et d'une autre avec des bactéries (nucléus). Je n'ai pas eu l'occasion jusqu'à ce jour de développer cette dernière théorie concernant le noyau ; elle sera exposée dans la deuxième partie de cet ouvrage.

---

[1] Strasburger (Ed.), in : Progressus Rei Botanicae, vol. I, 1906.

[2] Par exemple : Borodine (I.), Traité de l'Anatomie des plantes, 2e édition (en russe).

[3] Mereschkowsky (C.), Theorie der zwei Plasmaarten als Grundlage der Symbiogenesis, einer neuen Lehre von der Entstehung der Organismen. Biologisches Centralblatt. Bnd. 30. 1910, pag. 278, 289, 321, 353.

C'est ainsi que mes idées sur la nature de la plante, ne se trouvant consignées que dans des notes préliminaires, ont été peu remarquées.

Ce n'est qu'aujourd'hui, à la veille de quitter ce triste monde, que je me suis décidé à développer mes théories un peu plus en détail en consolidant et élargissant les bases sur lesquelles elles reposent. Malheureusement, aujourd'hui encore, je ne puis le faire, surtout en ce qui concerne le nucléus, que d'une façon imparfaite en l'absence de mes notes restées en Russie, ainsi que dans la nécessité où se trouvent les auteurs de ménager les pages par suite des conditions anormales dans lesquelles se trouve l'industrie de l'imprimerie.

⁂

Si, en dépit des obstacles passifs de la part des savants botanistes — dont pas un n'a même voulu prendre connaissance de mon manuscrit[1] — cet ouvrage paraît maintenant, ce n'est que grâce à deux savants français non botanistes : le professeur *Yves Delage*, de l'Académie des Sciences de Paris, et le professeur *A. Labbé*, de Nantes, président de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France. Un jour l'Histoire de la Botanique leur en saura gré.

M. *Yves Delage* ne s'est pas arrêté devant toutes les difficultés, qui paraissaient insurmontables, pour sauver mon œuvre que je lui disais être l'œuvre de ma vie. Il a entrepris dans ce but toute une campagne en envoyant par dizaines une circulaire à tous ses amis et ses connaissances : il n'a eu pour résultat que refus sur refus de tous côtés. En m'envoyant tout un gros paquet de ces refus, il me disait dans sa lettre : « Ne me demandez pas l'impossible. » Et voilà que cet impossible il l'a obtenu avec l'aide de M. *Labbé*.

---

[1] Je reproche aux botanistes français leur indifférence et leur méfiance injustifiées envers mon œuvre qu'ils ne connaissaient même pas.

C'est bien regrettable certainement. Mais mon excellent ami et cher collègue, *R. Chodat*, professeur (unique !) de botanique à l'Université de Genève, a cru pouvoir aller plus loin encore.

Ayant voulu faire à Genève deux conférences sur ma théorie de symbiose des plantes, je m'étais adressé à lui pour trouver aide et assistance dans ma tâche ; au lieu de me la faciliter il a fait tout son possible pour m'empêcher dans l'exécution de mon projet de peur, comme on m'a assuré, de voir un jour en moi un concurrent à l'Université.

Il est seul et il veut rester seul... *et pereat mundus !*

Que ce grand savant et noble cœur, que ces deux hommes de bien trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

C. M.

Genève, le 25 octobre 1918.

PREMIÈRE PARTIE

Chromatophores.

L'opinion généralement répandue, qu'on trouve dans tous les traités de Botanique et chez tous les auteurs qui s'occupent de cytologie, est que les chromatophores des plantes sont des organes ou des organites, c'est-à-dire des parties de la cellule, qui, par des procédés inconnus, apparaissent à l'intérieur de la cellule végétale comme résultat d'une différenciation graduelle du plasma incolore. C'est ainsi que *Wilson* [1] dit : « In the plants the plastids are almost certainly to be « regarded as differentiations of the protoplasmic substance ». *Gurwitsch* [2] s'exprime de la même façon en disant : « Die « chloroplasten gehören zu den eigentümlichen Organellen « der pflanzlichen Zellen, welche als Chromatophoren, Leu« koplasten u. a. bestimmten Funktionen obliegen ». Et ce sont de pareilles affirmations, souvent sous une forme beaucoup plus catégorique encore, qu'on retrouve dans presque tous les Traités de Botanique.

Que cette conception sur la nature des chromatophores n'est point un fait basé sur l'observation directe, mais simplement une théorie, cela se comprend tout seul. Car personne encore n'a jamais pu observer sous le microscope une pareille différenciation du plasma incolore en chromatophore ou en n'importe quelle espèce de plastide.

Si l'on se demande comment néanmoins une pareille conviction, si généralement répandue, a pu s'établir, on en trouve une explication toute naturelle dans le fait, bien connu depuis longtemps, que certaines parties de la plante dépourvues à l'origine de chlorophylle prennent plus tard, étant exposées à la lumière, une coloration verte ; il en est ainsi par exemple pour ce qui concerne les tissus incolores du sommet des bourgeons (point végétatif) ou bien les tissus embryonaires des graines ou ceux des rhizomes souterrains, etc. Tous ces faits ne laissent aucun doute sur l'apparition spontanée de la chlorophylle.

---

[1] Wilson (E.), The Cell in Development and Inheritance, 2e édition, 1904, p. 53.

[2] Gurwitsch (A.), Morphologie und Biologie der Zelle, 1904, p. 143.

Or, voyant la chlorophylle chaque fois apparaître à neuf, on se croyait tout naturellement autorisé à admettre que les porteurs de cette chlorophylle, les chromatophores, apparaissaient également chaque fois à neuf.

Schimper, en 1885 [1], avait démontré dans son ouvrage classique sur les chromatophores qu'il n'en était pas ainsi, que si la chlorophylle se renouvelait chaque fois dans les jeunes tissus qui ne l'avaient pas, les porteurs de celui-ci — les plastides — préexistaient dans toutes les parties incolores de la plante sous forme de très petits corpuscules incolores — les leucoplastes. Ses recherches ayant démontré que jamais les plastides n'apparaissaient à neuf, que toute plastide dérivait toujours par voie de division d'une plastide préexistante, l'ancienne théorie de leur origine spontanée fut ainsi privée de tout fondement. Cependant l'habitude de considérer les chromatophores comme des organites, comme des produits d'une différenciation du plasma était tellement enracinée dans l'esprit des savants qu'on continua à les considérer comme tels, même après la découverte de *Schimper*. Mais aujourd'hui c'est une théorie complètement en l'air et qui ne continue à exister que par pure routine.

Demandez à n'importe quel professeur de Botanique ce qu'il pense des chromatophores. S'il ne vous dit pas qu'il n'en pense rien, ce qui est souvent la réponse la plus sage à donner, surtout lorsqu'on n'est pas trop au courant des choses, il vous répondra invariablement qu'il les considère comme des corpuscules qui se sont graduellement différenciés du plasma incolore environnant, que ce sont des organes de la cellule végétale. A votre question, s'il ne connaît point une théorie d'un botaniste russe d'après laquelle ce seraient des organismes indépendants venus du dehors, très peu d'entre ces professeurs vous répondront qu'en effet ils croient se souvenir vaguement de quelque chose dans ce genre, mais qu'ils considèrent cette théorie insuffisamment prouvée et qu'ils préfèrent se tenir à l'ancienne théorie qui ne l'est pas du tout.

---

[1] Schimper (A.-F.-W.), Untersuchungen über die Chlorophyllkörper, etc. — Pringsheims Jahrbücher für wissensch. Botanik. Bnd. XVI. 1885.

N'allez pas surtout demander à ces professeurs les raisons qui les font admettre leur théorie de différenciation des chromatophores, car vous les mettriez par là dans un grand embarras : ils ne sauraient que vous répondre. C'est qu'en effet, de preuves il n'en existe point.

Laissons donc leur théorie en l'air et examinons la mienne.

Dans cette première partie de mon ouvrage, consacrée aux chromatophores, nous allons examiner une à une quelles sont les preuves que la plante est une symbiose et que les chromatophores sont des organismes extérieurs introduits dans la cellule du dehors et non pas des organes élaborés par la plante elle-même.

Ces preuves sont multiples et variées. Nous avons d'abord les trois piliers principaux qui soutiennent solidement tout l'édifice :

1) La continuité des chromatophores, qui prouve que les chromatophores ne sont pas et ne peuvent pas être des organes produits par la cellule, mais sont bien des organismes extérieurs ;

2) La structure des cyanophycés qui, justement interprétée, prouve qu'un cyanophycé n'est autre chose qu'un chromatophore, et

3) La structure comparée et la physiologie comparée des chromatophores d'un côté et des cyanophycés de l'autre, qui montrent que les deux sont identiques sous ce rapport.

Vient ensuite une série de preuves secondaires, de supports plus ou moins importants qui renforcent et consolident ces trois piliers.

Commençons par l'examen de ces derniers.

CHAPITRE Ier

Continuité des chromatophores.

Les chromatophores ne peuvent être, ou bien que des organes (ou organites ou organoïdes) de la cellule élaborés par celle-ci, des sections du plasma qui petit à petit se sont différenciés du plasma environnant pour prendre une fonction spéciale, ou bien, si ce ne sont pas des organes, ils représentent des corps extérieurs à la plante, des organismes qui se sont introduits du dehors pour y vivre, en qualité de parasites ou de symbiontes. Il n'existe pas d'autre alternative.

Examinons d'abord si les chromatophores peuvent être considérés comme des organes ou des organoïdes.

Qu'est-ce qu'un organe ?

Un organe est une partie d'un organisme (ou un organoïde, une partie d'une cellule) qui, n'existant pas dans l'œuf, se forme au cours de l'évolution de l'organisme (de son ontogénie) toutes les fois à nouveau, et cela sous l'influence du noyau (de ses chromosomes), c'est-à-dire par hérédité. Un organe doit donc être inclus pour ainsi dire *in potentia* dans la substance héréditaire du noyau. Tout ce qui n'est pas conforme à cette définition de l'organe ne peut pas être considéré comme un organe.

Or, les chromatophores n'apparaissent jamais à neuf, ils ne sont par conséquent pas inclus dans la substance du nucléus, ils sont même complètement indépendants de ce dernier, comme je l'ai démontré pour les Diatomées [1] par exemple. Chaque chromatophore provient, par voie de division, d'un autre chromatophore.

Schimper [2] fut le premier à établir ce fait important. Lui et ses successeurs ont démontré par leurs recherches, d'une façon indiscutable, que les chromatophores existent sous forme de leucoplastes incolores déjà dans l'œuf ou sous forme de chloroplastes dans les spores d'une plante, et que lorsque l'œuf ou la spore commencent à se diviser pour former les tissus de la nouvelle plante, les chromatophores se divisent aussi en se répartissant dans les nouvelles cellules. Lorsque la plante adulte forme de nouveau un œuf, la cellule qui lui donne naissance possède déjà des plastides qu'elle transmet à l'œuf, sous forme de leucoplastes, représentant ainsi les descendants directs des plastides de l'œuf qui a donné naissance à la plante. Et ainsi de suite de générations en générations. Il y a continuité ininterrompue des chromatophores. Ceux-ci ne se forment jamais à neuf.

C'est un résultat qu'on peut considérer aujourd'hui comme définitivement acquis à la science. La continuité des chromatophores a été encore récemment vérifiée et confirmée par les recherches de *Sapĕhin* [3], *Scherrer* [4] et *Mottier* [5], qui tous arrivent à la conclusion que la supposition qu'on avait avancée, d'après laquelle les chondriosomes pouvaient se transformer en plastides (ce qui serait une formation à neuf de ces dernières), n'avait pas le moindre fondement. Les trois auteurs précités ont démontré que les plastides n'ont aucun rapport avec les chondriosomes, et *Rudolph*[1] est du même avis. Mais comment alors les chromatophores ont-ils pu apparaître dans la plante ?

---

[1] Mereschkowsky (G.), Gesetze des Endochroms. Kazan, 1906 (en russe).

[2] Schimper (A.-F.-W.), Untersuchungen über die Chlorophyllkörper, etc. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bnd. XVI, 1885.

[3] Sapehin (A.), Ein Beweis der Individualität der Plastiden. Berichte der Deutschen botan. Gesellschaft. Bnd XXXI. 1913, p. 321.

[4] Scherrer (A.), Die Chromatophoren und Chondriosomen von Anthoceros. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bnd. XXXI. 1913, p. 493.

[5] Mottier (D.), Chondriosomes and the Primordia of Chloroplasts and Leucoplasts. Annals of Botany. Vol. 32, 1918, p. 91.

Devant le fait bien constaté qu'ils n'apparaissent jamais à neuf comme différenciation du plasma cellulaire, il n'y a que deux suppositions qui soient possibles : 1) ou bien que les chromatophores sont des organismes indépendants entrés à l'intérieur de la cellule ; 2) ou bien que les chromatophores sont des parties du plasma qui se sont différenciées autrefois, au début de l'existence des plantes, pour ensuite y continuer leur existence en se reproduisant par division et en se transmettant de génération en génération sans plus renaître à nouveau.

Mais cette deuxième supposition est tout à fait inadmissible. Il faudrait d'abord expliquer pourquoi le plasma avait autrefois la faculté de faire naître à son intérieur des chromatophores, faculté qu'il ne possède plus aujourd'hui ; quelles étaient les conditions qui alors rendaient un pareil phénomène possible et le rend aujourd'hui impossible. Et puis, même en admettant que ces conditions, que nous pourrions après tout ne pas connaître, existassent alors, cette théorie de l'origine des chromatophores devrait être rejetée, car elle renferme en elle-même une faute grossière de logique et un manque de compréhension de l'essence même de l'hérédité.

Examinons, en effet, comment un chromatophore a pu paraître par voie de différenciation à cette époque éloignée.

Il n'a pas pu apparaître d'un seul coup, car un chromatophore est un corps assez compliqué comprenant au moins quatre différentes parties : le plasma incolore (stroma), les granules verts, le pyrénoïde et enfin les différentes matières colorantes du chlorophylle. Un corps aussi compliqué n'a pu paraître que graduellement, étape par étape, comme apparaissent tous les organes quelque peu compliqués. D'abord il se forma une première étape, celle-ci entra comme élément constitutif dans la structure des chromosomes, devint ainsi héréditaire, puis, dans les générations suivantes, de nouvelles étapes surgirent qui, tour à tour, elles aussi, devinrent héréditaires en entrant dans la constitution des chromosomes. Ce n'est qu'ainsi qu'une portion du plasma cellulaire a pu, à une époque reculée, se différencier en chromatophore. Mais alors il faudrait que le chromatophore, au cours de sa formation, devînt un organe héréditaire qui chaque fois devrait apparaître à neuf sous l'influence des chromosomes du nucléus. Ce serait alors un organe qui, comme tout organe, n'existerait pas dans l'œuf, mais apparaîtrait toutes les fois à neuf dans chaque nouvelle génération et cela jusqu'à nos jours. Or, nous observons juste le contraire ; et le fait que les chromatophores n'apparaissent jamais à neuf aujourd'hui indique qu'ils n'ont pu jamais apparaître à neuf non plus autrefois dans les temps éloignés, qu'ils n'ont pas pu apparaître comme différenciation du plasma. Car dire qu'ils ont apparu à neuf autrefois, c'est dire qu'ils sont devenus héréditaires, c'est dire qu'aujourd'hui encore ils apparaissent à neuf, ce qui est contraire aux faits.

---

[1] Rudolph (K.), Chondriosomen und Chromatophoren. Berichte d. Deutsch. botan. Gesellschaft. Bnd. XXX. 1912, p. 605.

Que les centrosomes et les blépharoplastes ne peuvent pas être des plastides ressort du fait qu'on les retrouve chez les champignons et chez les animaux qui n'ont pas de plastides et ne les ont jamais eues.

Or, nous avons vu qu'il n'y avait que deux suppositions possibles : ou bien que les chromatophores s'étaient développés par différenciation autrefois, ayant perdu cette faculté aujourd'hui, ou bien si, comme nous venons de le voir, cette supposition est inadmissible, que les chromatophores étaient des organismes indépendants de la plante introduits dans la cellule du dehors.

C'est donc à cette dernière conclusion que le raisonnement nous conduit. La continuité des chromatophores nous prouve que ce sont des organismes venus du dehors et par conséquent que la plante est une symbiose.

Voici encore, brièvement résumé, le raisonnement suivi dans ce chapitre.

Les chromatophores ne se forment jamais dans la cellule à neuf, par différenciation du plasma. Ce fait est la preuve qu'ils n'ont jamais pu non plus se former ainsi à aucune époque antérieure, car autrement ils seraient entrés dans la constitution des chromosomes et seraient devenus héréditaires, ce qui n'est pas le cas.

Si les chromatophores ne naissent pas aujourd'hui d'une façon spontanée dans la cellule et n'ont jamais pu naître ainsi, ce ne sont pas des organes, et si ce ne sont pas des organes, il faut donc admettre la seule autre alternative possible que ce sont des organismes extérieurs qui se sont introduits du dehors dans la cellule.

La continuité des chromatopores prouve ainsi que la plante est une symbiose.

Cette vérité à laquelle nous sommes arrivés est-elle une hypothèse ?

Non. Au fond, ce n'est pas même une théorie : c'est un simple fait.

Pour le faire comprendre, prenons une analogie, un fait quelconque, celui par exemple d'avoir des écus dans la poche. Vous savez bien que ces écus n'ont pas pu se former spontanément dans votre poche, quelqu'un a dû les y introduire du dehors. L'affirmer est-ce avancer une hypothèse ou une théorie ? Non, c'est simplement constater un fait. Dire :

1) Des écus se trouvent dans la poche (où ils ne se forment jamais spontanément) ; — ou bien dire :

2) Quelqu'un a placé des écus dans la poche,

Ce ne sont que deux manières différentes de constater un seul et même fait.

Il en est de même des deux constatations suivantes :

1) Des chromatophores se trouvent dans la cellule (où ils ne se forment jamais spontanément), — et

2) Les chromatopores sont des organismes venus du dehors.

Ces deux assertions ne sont pas des théories non plus, elles ne font que constater un fait réellement existant.

Par le fait de la continuité des chromatophores nous sommes donc non seulement autorisé à admettre que les chromatophores représentent des organismes venus du dehors, mais nous sommes logiquement forcé de le faire. C'est la logique des faits qui exige d'admettre cette vérité. Ne pas admettre que la plante est une symbiose, c'est simplement montrer un manque de logique.

Mais, demandera-t-on, comment expliquer alors que *Schimper*, qui a établi le fait de la continuité des chromatophores, n'a pas été conduit à admettre la conclusion si logique, si inévitable qui en découle ? Comment a-t-il pu continuer à considérer ces corpuscules comme des organes élaborés par la plante elle-même ?

Cela s'explique d'abord par le fait que *Schimper* ne s'était pas fait une idée suffisamment nette et claire de ce qu'était un organe, dans quelle relation un organe se trouve avec l'hérédité et quels sont les liens qui le rattachent au nucléus, ce qui d'ailleurs à son époque était moins bien connu qu'aujourd'hui. Si *Schimper* était arrivé à la définition de l'organe que je viens de donner plus haut, s'il avait reconnu qu'aucun organe, aucune partie d'un organisme quelque peu compliquée ne peut apparaître que par voie d'hérédité, il aurait été forcément conduit à admettre la théorie de la symbiose des plantes.

Cela s'explique aussi par les particularités propres à l'esprit allemand. Nul ne refusera aux Allemands leur érudition profonde. Mais, forts dans l'accumulation des faits, il leur manque cette souplesse de l'esprit qui permet de synthétiser les matériaux bruts, de s'élever au-dessus des faits, de les généraliser et de construire sur ces bases des théories. Ce sont de bons maçons, mais pas des architectes ; de rudes travailleurs, mais pas des artistes. On dirait un mur qui arrête leur pensée, un poids qui le pèse. Ils ont du plomb dans l'aile. Nous verrons plus loin (chapitres II, IV et 2^e partie, chapitre I^{er}) encore plusieurs cas très caractéristiques démontrant l'existence d'un pareil mur infranchissable pour un esprit allemand.

Les Allemands comparent la science allemande à un phare. Je veux bien, mais alors à un phare sans feu sacré pour éclairer le monde. Les Allemands apportent les pierres, construisent les bases solides sans lesquelles pas de phare ; et dans cette besogne aucune autre nation ne saurait les surpasser. Mais, cela fait, d'autres arrivent et allument le feu. Or, sans feu, pas de phare non plus.

Le fait de la continuité des chromatophores nous donne une des bases les plus solides pour la théorie de la symbiose des plantes. A lui seul, il suffirait d'en faire une vérité scientifiquement démontrée.

Nous en avons deux autres tout aussi importantes et tout aussi solides, dont une concerne la structure des cyanophycés à l'examen de laquelle nous allons maintenant passer.

CHAPITRE II

Structure des cyanophycés.

Haeckel, comme nous l'avons dit plus haut, avait déjà affirmé que les chromatopores n'étaient autre chose que des cyanophycés. Ce n'était qu'une simple assertion qu'il avait faite en passant sans même jamais avoir tenté de la soutenir par des preuves. Il est tombé juste dans sa supposition, mais c'était par pur hasard. En effet, à son époque la structure des cyanophycés était encore beaucoup trop peu connue pour qu'on pût l'utiliser comme argument pour ou contre une pareille assertion.

Et cependant la structure des cyanophycés présente une des meilleures confirmations de ma théorie de la symbiose des plantes, mais à la condition de donner aux faits concernant cette structure une juste interprétation, ce qui, comme on va le voir, n'est pas chose facile à faire.

Aucun groupe d'organismes n'a donné en effet lieu à tant de controverses, à tant de disputes passionnées, comme les cyanophycés. Des animosités s'étaient élevées entre les savants appartenant aux différents camps qui s'établirent au cours de ces discussions, des animosités allant parfois presque jusqu'à la haine se firent jour, des invectives les plus violentes s'échangeaient ; c'était bien heureux encore que les disputants vivaient dans différentes villes et étaient ainsi séparés par de grandes distances, car peu s'en fallut que les adversaires n'arrivassent aux gestes, *ad argumentum baculinum*.

Mais se demandera-t-on : de ce formidable choc des opinions en est-il jailli la vérité ?

Pas beaucoup. Il est vrai qu'aujourd'hui, grâce surtout aux recherches de *Fischer*, nous connaissons mieux les faits concernant la structure des cyanophycés, mais aujourd'hui encore nous nous trouvons en présence de toute une série de théories sur la structure des cyanophycés qui se contredisent les unes les autres et, ce qui est surtout à regretter, qui toutes sont plus ou moins fausses.

Pour le sujet qui nous intéresse plus particulièrement il nous suffira d'examiner deux théories, celle de *Kohl* [1] et celle de *Fischer* [2], qui seront suivies par l'exposé d'une troisième théorie, celle à laquelle je suis arrivé moi-même [3] et qui encore une fois contredit toutes les autres. Le lecteur aura tous les moyens de juger laquelle de ces théories est la vraie.

Théorie de Kohl (fig. 1) [4].

La cellule, ou si l'on préfère la plastide d'un cyanophycé, est entourée d'une membrane qui cependant n'est pas constituée par la cellulose, comme la membrane des plantes, mais par une substance chitineuse contenant de l'azote, comme le sont en général les membranes des mycoïdes [1]. Vient ensuite le plasma incolore, le cytoplasma (ctp) contenant des granules de divers genres qui ne nous intéressent pas, à l'exception des granules verts. Ceux-ci sont très nombreux, de forme ellipsoïde et si petits qu'on a peine à les apercevoir même avec un grossissement considérable. Cependant, avec des moyens optiques suffisants, on arrive non seulement à les voir très

---

[1] Kohl (F.), Ueber die Organisation und Physiologie der Cyanophyceen-Zelle und die mitotische Teilung ihres Kernes. Iena. 1903. — *Isdem :* Untersuchungen über Bau und Kernteilungen der Cyanophyceen. 1903.

[2] Fischer (A.), Die Zelle der Cyanophyceen. Botanische Zeitung. I Abth. 1895, pp. 51-130.

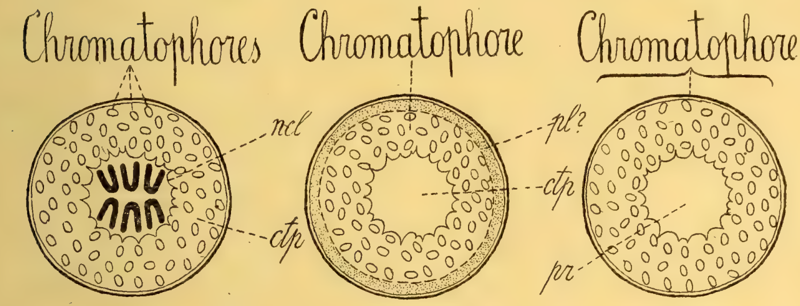
[3] Mereschkowsky (C.), Konspektiver Kursus der Kryptogamen. Kazan. 1909 (en russe).

[4] C'est aussi en partie (pour ce qui concerne le nucléus) la théorie de *Hegler* et de *Wager*. Voir :

Hegler (R.), Untersuchungen über die Organisation der Phycochromaceen-Zelle. Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik. Bnd. 26, 1901, pp. 229-353.

Wager (H.), The cell-structure of the Cyanophyceae. Preliminary Paper. Proceed. of the Royal Soc. Vol. 72. 1903, pp. 401-408.

FIG. 1. FIG. 2. FIG. 3.



KOHL (HEGLER & WAGER) FISCHER MERESCHKOVSKY

Trois théories de la structure des Cyanophycés.

Fig. 1. — Théorie de Kohl : chromatophores nombreux : les petits granules ; — *ncl* : nucléus avec chromosomes ; — *ctp* : cytoplasme.
Fig. 2. — Théorie de A. Fischer : un seul chromatophore sous forme de sphère creuse ; — *pl* ? : plasma superficiel hypothétique ; — *ctp* : plasma central (cytoplasme).
Fig. 3. — Théorie de C. Mereschkovsky : le cyanophycé tout entier est un chromatophore ; — *pr* : corps central (homologue du pyrénoïde).

---

[1] Les mycoïdes, comprenant les bactéries, les cyanophycés et les champignons, forment un règne à part, distinct à la fois du règne végétal et du règne animal. Voir Mereschkowsky, Theorie der Zwei Plasmaarten. Biolog. Centralbl. Bnd. 30. 1910, p. 364. Voir aussi à la fin de cet ouvrage, 2e partie.

bien, mais même à les mesurer. Ce sont ces granules là qui, d'après *Kohl*, représentent les chromatophores des cyanophycés.

Cette interprétation qu'il leur donne se heurte à deux obstacles. D'abord leur extrême petitesse. Les chromatophores des plantes varient quant à leur grandeur, mais, à part les algues où ils prennent quelquefois des dimensions énormes, leur taille ne varie pas beaucoup et, ce qui est surtout important, c'est que leur dimension ne descend jamais au-dessous d'un certain minimum, relativement assez élevé, ce qui rend toujours très facile à les voir sous le microscope, même à un grossissement moyen. Jamais on ne trouve des chromatophores si petits comme le sont les granules verts des cyanophycés, qui, comme nous l'avons dit, sont à peine visibles. Cela seul rend l'interprétation que leur donne *Kohl* peu vraisemblable.

Mais il y a autre chose encore. Chacun connaît la structure des chromatophores des plantes vertes. Ils sont composés d'un plasma incolore, nommé stroma, et de très petits granules verts dispersés dans ce plasma. Or, ces granules ne diffèrent ni par leur aspect, ni par la forme, ni par leur taille, absolument en rien, des granules des cyanophycés [1]. Il s'en suit que si, comme le veut *Kohl*, les granules des cyanophycés représentent leurs chromatophores, des granules identiques qu'on trouve dans les chromatophores le sont aussi. Nous arrivons ainsi à la nécessité d'admettre que les chromatophores des plantes renferment des chromatophores, ce qui est une absurdité évidente. Il s'en suit que les granules verts ne sont pas des chromatophores.

Enfin, pour en finir avec la théorie de *Kohl*, celui-ci considère le corps central des cyanophycés comme étant un véritable noyau cellulaire renfermant de vrais chromosomes (ncl), en quoi il est d'accord avec *Wager* [2]. Cette interprétation n'est pas plus heureuse que celle concernant les granules verts car, comme *Fischer* l'a démontré (par la méthode de l'autolyse : dans l'obscurité ils sont digérés), les corpuscules, que *Kohl* prenait pour des chromosomes, ne sont pas constitués par des nucléo-albumines, pas même par des substances albuminoïdes ; tous les corpuscules qu'on trouve dans le corps central sont composés de substances hydrocarboniques (glycogène ou anabaenine) et représentent simplement des produits d'assimilation déposés comme réserves dans le corps central.

---

[1] Voir Meyer (A.), Untersuchungen über die Stärkekörner. Iena. 1895, qui donne une bonne figure de ces granules. Qu'on la compare aux figures de *Kohl*.

[2] Wager (H.), The cell-structure of the Cyanophyceae. Preliminary Paper. Proceed. of the Royal Soc. Vol. 72, 1903, p. 401-408.

Théorie de Fischer (fig. 2).

D'après *Fischer* (l. c.), les granulations vertes ne sont pas des chromatophores. Les cyanophycés ne possèdent qu'un seul chromatophore plongé dans le plasma cellulaire. Ce chromatophore a la forme d'une sphère creuse renfermant à l'intérieur le corps central qui, d'après *Fischer*, représente la partie centrale du cytoplasma fonctionnant comme un réservoir dans lequel le cyanophycé dépose le surplus des hydrocarbones que son énorme chromatophore élabore. Quant au nucléus, il n'en existe point, d'après *Fischer*.

Ce qui rend tout d'abord cette théorie, concernant le chromatophore, improbable, c'est l'étrangeté de sa forme ainsi que la position tout à fait extraordinaire qu'il occupe dans la cellule : une sphère creuse renfermant à l'intérieur le plasma cellulaire ou, si l'on accepte l'interprétation de *Kohl* et de plusieurs autres auteurs, renfermant à son intérieur le nucléus ! Rien de pareil ne s'observe nulle part ailleurs dans le monde végétal. Jamais le chromatophore n'a la forme d'une sphère creuse, c'est toujours un corps solide diversement configuré, le plus souvent en forme de disque ou de lentille et ce corps est toujours situé à côté du nucléus ne renfermant jamais à son intérieur ni le nucléus, ni aucune partie du cytoplasma.

Il est curieux de noter à ce propos que, toutes les fois qu'on s'efforce à trouver des chromatophores à l'intérieur de la cellule des cyanophycés, on arrive à admettre des chromatophores tout à fait extraordinaires, tels comme il ne s'en trouve jamais nulle part ailleurs, différant des autres tantôt par leur excessive petitesse (*Kohl*), tantôt par leur forme et position extraordinaires (*Fischer*). Cela seul est déjà une indication qu'en voulant trouver des chromatophores à l'intérieur des cyanophycés on fait fausse route.

Mais il y a une difficulté bien plus grande encore qui s'oppose à l'acceptation de la théorie de *Fischer*.

Comme *Fischer* le dit lui-même, si la structure des cyanophycés est telle qu'il l'admet, le chromatophore sphérique doit nécessairement être recouvert de plasma de tous les côtés et il doit y avoir alors une couche de plasma périphérique entre la membrane cellulaire et le chromatophore (*pl?* de la fig. 2). Aussi se mit-il à la recherche de cette couche. Mais après avoir mis beaucoup de temps à la rechercher, après avoir employé toutes les méthodes de recherche et eu recours aux plus forts grossissements, le résultat fut négatif et il arriva à la conclusion qu'aucune trace d'une pareille couche protoplasmatique recouvrant le chromatophore en dehors ne peut être constaté.

Que fait-il alors ? Émet-il des doutes sur sa théorie de la structure de la cellule des cyanophycés ? Pas du tout. Il dit simplement que cette couche de plasma qui, d'après sa théorie, doit sûrement exister, existe en réalité, mais qu'elle est si mince qu'on ne parvient pas à l'apercevoir, même avec les grossissements les plus forts. En d'autres termes il invente une couche de plasma qu'il ne voit pas, mais dont il a besoin afin de pouvoir soutenir sa théorie ; il invente un fait.

Tout le monde conviendra que c'est là un procédé antiscientifique au plus haut degré. En science ce sont les théories qui doivent s'adapter aux faits. *Fischer* fait adapter les faits aux théories, et si les faits ne veulent s'adapter il les invente.

La seule conclusion scientifique à laquelle il aurait dû arriver, s'il ne s'était pas laissé guider par un parti-pris de retrouver coûte que coûte un chromatophore, serait celle-ci : puisqu'aucune couche de plasma périphérique recouvrant le corps qu'il croyait être un chromatophore n'existe, ce corps n'est pas un chromatophore. Et alors il serait arrivé à la même conception de l'organisation des cyanophycés que moi, ce qui l'aurait conduit tout droit à la création de la théorie de la symbiose des plantes.

Théorie de Mereschkovsky (fig. 3).

En résumé, l'analyse des deux théories précédentes nous amène à la conclusion qu'il n'existe pas de chromatophore à l'intérieur de la cellule d'un cyanophycé ; ni un petit granule colorié en vert (*Kohl*), ni toute la masse du cytoplasma contenant ces granules (*Fischer*) ne peuvent être considérés comme des chromatophores.

Et cependant la cellule est verte et cette coloration est dûe à la présence de chlorophylle. Or, là où il y a chlorophylle il doit y avoir aussi un porteur de chlorophylle, un chromatophore.

Ainsi d'un côté il n'y a pas de chromatophores dans la plastide d'un cyanophycé et d'un autre il doit y en avoir un. Comment sortir de cette impasse ?

Le moyen en est très simple, c'est d'admettre que ce n'est point une partie de la plastide, petite ou grande, qui en est le chromatophore, mais que c'est la plastide tout entière, le cyanophycé lui-même qui doit être considéré comme un chromatophore. C'est ainsi seulement que tout en ayant un chromatophore — porteur de la chlorophylle — nous n'avons plus besoin d'aller en chercher un à l'intérieur de la cellule des cyanophycés.

C'est en cela que consiste ma théorie de la structure des cyanophycés pour ce qui concerne leur partie coloriée [1]. Un cyanophycé n'est autre chose qu'un chromatophore vivant à l'état libre, et son corps central n'est autre chose que son pyrénoïde ou l'homologue de celui-ci.

Voici donc en peu de mots les trois théories sur la structure des cyanophycés, notamment en ce qui concerne la question des chromatophores :

---

[1] Pour ce qui concerne le corps central, que je considère comme un homologue du pyrénoïde des chomatophores, voir le chapitre suivant, ainsi que le III^e chapitre de la 2^e partie : Homologies nucléaires.

D'après *Kohl*, une multitude de très petits chromatophores.

D'après *Fischer*, un seul grand chromatophore sous forme de sphère creuse.

D'après *Mereschkovsky*, pas de chromatophores du tout à l'intérieur des cyanophycés, le cyanophycé étant par lui-même et dans son ensemble un chromatophore.

D'un seul coup nous évitons ainsi, grâce à mon interprétation de la structure des cyanophycés, la nécessité d'arriver à un non-sens comme l'admission de chromatophores situés dans des chromatophores et d'avoir besoin de recourir à une méthode hautement antiscientifique, celle d'adapter les faits aux théories.

Or, dire que les cyanophycés sont des chromatophores, c'est dire qu'il y a des chromatophores qui existent en dehors des plantes. Et ceci revient à dire que les chromatophores sont des cyanophycés qui se sont introduits à l'intérieur des cellules de la plante et que la plante, de ce fait, est une symbiose.

C'est ainsi que la structure des cyanophycés, justement interprétée, nous donne un des meilleurs arguments en faveur de cette grande conception de la plante comme une symbiose. Si la structure des cyanophycés est telle que je l'admets, ces mycoïdes ne peuvent être que des chromatophores, et comme alors les chromatophores ne sont que des cyanophycés, la vérité qu'une plante est une symbiose est démontrée.

C'est donc une nécessité logique qui nous force à admettre cette vérité, nécessité qui s'impose par la connaissance de la structure justement interprétée des cyanophycés. Connaître cette structure, c'est admettre qu'un cyanophycé est un chromatophore ; et admettre ceci, c'est dire que la plante représente une symbiose.

Tout cela paraît si simple et si clair qu'on a peine à concevoir comment un savant de la valeur et du mérite d'un *A. Fischer*, qui touchait presque du doigt cette vérité, ne soit pas arrivé à la voir et à admettre ma théorie sur la nature des plantes. La théorie de la symbiose des plantes formera un chapitre de la science qui attirera toujours l'attention des psychologues et des philosophes comme un problème psychologique pas facile à résoudre et à expliquer.

Il y a eu évidemment quelque chose qui a arrêté la marche de la pensée de *Fischer*, on dirait un mur qui l'a empêché d'avancer, trop épais pour pouvoir le percer, trop haut pour le survoler. Ici encore nous voyons se manifester clairement les particularités de l'esprit allemand et de la science allemande que nous avons déjà eu l'occasion une fois de constater [1] : *Fischer* a ramassé les pierres nécessaires à la construction d'un phare, il les a réunies, les a cimentées et a exécuté tout ce travail avec une patience, une sagacité et une précision dont, moi, je ne me sens pas capable. Cela fait, il s'est arrêté ; les forces lui ont manqué pour s'élever au-dessus des faits. Et comme c'était aussi dans le cas de *Schimper* (voir ch. I^er^) il a fallu qu'un autre soit venu et ait allumé le feu sacré du phare.

CHAPITRE III

Identité morphologique.

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que les cyanophycés n'étaient que des chromatophores vivant à l'état libre ou, ce qui revient au même, que les chromatopores ne sont que des cyanophycés.

Mais, s'il en est ainsi, les deux corps doivent être identiques sous tous les rapports, identiques dans leur morphologie et leur structure, aussi bien que dans leurs propriétés physiologiques et chimiques. Voyons s'il en est ainsi.

En comparant un cyanophycé, par exemple un Aphanocapsa ou un Microcystis tels qu'ils sont représentés sur les planches de l'ouvrage bien connu de *Naegeli*[1] sur les Algues unicellulaires avec des figures des chromatophores telles par exemple qu'elles sont représentées chez *A. Fischer*[2], on est frappé de la ressemblance de ces deux séries de figures.

---

[1] Voir le chapitre précédent, ainsi que le chapitre IV et le chapitre I^er^ de la 2^e^ partie.

D'abord le volume, la taille qui est souvent identique, puis la forme identique aussi dans bien des cas, ainsi que la disposition des chromatophores dans le plasma et des cyanophycés dans la masse gélatineuse qui les réunit en colonies. L'aspect que présente une colonie de Microcystis ou une portion du plasma cellulaire d'une feuille de mousse est tellement semblable dans les deux cas qu'à part une légère différence de teinte (un peu bleuâtre chez les cyanophycés), il n'y a pas moyen de les distinguer. A ceci vient s'ajouter le mode de reproduction qui dans les deux cas est identique : les cyanophycés, comme les chromatophores, n'ont pas de reproduction sexuelle : ils ne se reproduisent que par division qui là, comme ici, peut se faire dans une seule direction, dans deux ou dans trois directions[3].

Mais ce qui nous importe le plus c'est de savoir s'il y a identité aussi dans la structure intérieure des cyanophycés et des chromatophores. Examinons cette structure dans les deux cas.

Nous avons d'abord à constater le fait, très important, que ni les cyanophycés, ni les chromatophores, ne possèdent de nucléus. Ce qu'on avait considéré comme tel chez les cyanophycés se trouve être, comme l'a démontré *A. Fischer* (l. c.), toute autre chose. Mais il y a un corps central chez les cyanophycés (fig. 5). Qu'est-ce que c'est que ce corps central et existe-t-il un organe analogue chez les chromatophores ?

---

[1] Naegeli (C.), Die einzelligen Algen.

[2] Fischer (A.), Die Zelle der Cyanophyceen. Botanische Zeitung. I Abteil.

[3] Pour ce qui concerne les chromatophores, j'ai démontré la possibilité qu'ils ont de se diviser alternativement dans deux directions. Voir mon ouvrage : Gesetze des Endochroms (Lois de l'endochrome). Kazan. 1909 (en russe). Un exemplaire de cet ouvrage, qui mériterait d'être traduit en français, se trouve dans la bibliothèque du Conservatoire botanique de Genève.

Pour répondre à cette question il importe de comparer les cyanophycés avec les chromatopores les plus primitifs ; car si les chromatophores représentent réellement des cyanophycés ce serait les chromatophores primitifs, qui ne sont pas trop éloignés encore dans leur organisation des cyanophycés qui devraient être pris comme terme de comparaison. Mais pour trouver le type primitif des chromatophores, il est nécessaire d'établir leur évolution, ce qui à mon avis n'a pas encore été fait avant moi. Dans mon cours de Botanique générale [1] je l'ai esquissée en lignes générales et j'en ai donné des figures que je reproduis ici :

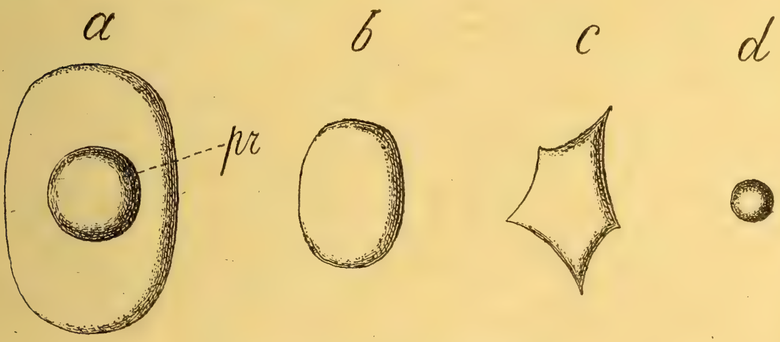


Fig. 4. — **Évolution des plastides.**

a : chromatophore (chloroplaste) des algues avec pyrénoïde *(pr)* ; — **b** : chromatophore des plantes supérieures ; — **c** : chromoplaste des fleurs ; — **d** : leucoplaste des œufs des spermaphytes.

Au cours de l'évolution, comme l'on voit, la taille des plastides va en diminuant et leur structure en se simplifiant. Au début, chez les algues, les chromatophores étaient plus grands et renfermaient un corps central qu'on appelle pyrénoïde (pr en *a*) ; plus tard ils deviennent plus petits (*b*) et le pyrénoïde disparaît ; à partir des muscinés foliacés, le pyrénoïde disparaît définitivement, de sorte que dans les ptéridophytes et les phanérogames il n'y en a plus trace. Les chromoplastes (fig. 4, *c*) présentent un changement plus avancé encore et enfin dans les leucoplastes (fig. 4, *d*) la taille devient excessivement petite et la structure intérieure nulle. Ce sont des petites sphères de plasma qui paraît brillant à cause de l'huile qu'il contient, ne ressemblant en rien aux chromatophores primitifs.

---

[1] Mereschkovsky (C.), Konspectiver Kursus der Allgemeinen Botanik. Kazan. 1909 (en russe).

Avec lequel de ces types des chromatophores devons-nous donc comparer les cyanophycés pour voir si la structure intérieure est identique dans les deux cas ? Evidemment que c'est avec le premier et non pas avec le dernier, comme l'a fait *Strasburger* dans sa critique de ma théorie sur laquelle nous reviendrons encore. Comparons donc la structure d'un cyanophycé avec la structure d'un chromatophore des algues.

Pour mieux faire ressortir les ressemblances et les dissemblances entre les deux j'exposerai leurs caractères sur les deux tableaux suivants :

Cyanophycé.	*Chromatophore.*
1. Une membrane composée d'une substance azotée.	1. Pas de membrane.
2. Plasma incolore.	2. Plasma incolore.
3. Granules verts, nombreux et très petits.	3. Granules verts, nombreux et très petits.
4. Corps central, dépôt d'hydrocarbones.	4. Corps central, dépôt d'hydrocarbones.
5. Pas de nucléus.	5. Pas de nucléus.

Comme l'on voit, à part la membrane, identité absolue.

On peut encore exprimer cette ressemblance à l'aide des deux figures schématiques suivantes :

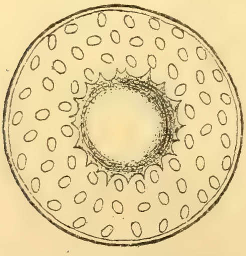


Fig. 5. — **Cyanophycé.**
Au centre : corps central.

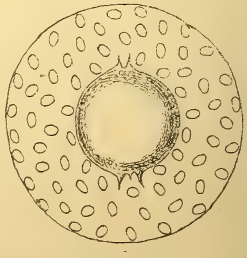


Fig. 6. — **Chromatophore.**
Au centre : pyrénoïde.

Les excroissances filamenteuses du pyrénoïde de la figure 6 reproduisent exactement les résultats de mes observations sur les pyrénoïdes d'une Naviculacée que j'ai faites en Californie. Le pyrénoïde des chromatophores était allongé comme les chromatophores eux-mêmes, et portait à chacune des extrémités un petit nombre d'excroissances rappelant des pseudopodes qui se perdaient dans la masse du chromatophore, tout à fait comme les excroissances du corps central des cyanophycés.

Quant à la membrane, son absence chez les chromatophores ne présente aucune importance, car elle s'explique très bien par le long séjour des cyanophycés à l'intérieur du plasma cellulaire des plantes. Un cyanophycé vivant à l'état libre a besoin d'une membrane pour se protéger contre les actions pernicieuses des conditions ambiantes ; un chromatophore, suffisamment protégé à l'intérieur de la cellule végétale par la membrane de celle-ci et par le plasma, n'a besoin d'aucune protection sous forme de membrane et, comme tout organe inutile, celle-ci a disparu. Les chromatophores ont rejeté leur membrane, comme nous ôtons notre pardessus en entrant chez nous, protégés que nous sommes par les murs de notre habitation des rigueurs atmosphériques.

Que la membrane d'une cellule vivant à l'intérieur d'une autre peut effectivement disparaître, nous en avons la preuve dans le fait curieux d'une algue verte vivant en symbiose dans les tissus d'un ver Turbellarié (*Vortex viridis*) qui a fini par perdre complètement sa membrane. Il en est de même pour certains radiolaires, les Acanthometrida notamment, où les Zooxanthelles (algues brunes) qui y vivent en symbiose ont perdu leur membrane et avec elle la possibilité de vivre à l'état libre, ce qui a même induit certains auteurs à les considérer, non comme des algues, mais comme des organes appartenant au radiolaire lui-même [1].

Ces mêmes algues vivant à l'intérieur des infusoires ou dans les tissus des coelentérés ont conservé leur membrane intacte, ce qui s'explique probablement par le fait qu'elles s'y sont introduites à une date beaucoup plus récente que les algues qui vivent dans les vers Turbellariés. Elles n'ont pas eu encore le temps d'enlever leur pardessus.

---

[1] Doflein (F.), Lehrbuch der Protozoenkunde, 4e édition, p. 85.

Nous voyons donc que non seulement la morphologie extérieure mais aussi la structure intérieure des cyanophycés, pourvu que celle-ci soit justement interprétée, sont identiques avec la morphologie et la structure des chromatophores. J'insiste surtout sur l'identité de leur structure et je défie de montrer qu'il existe entre ces deux corps une différence quelque peu importante. Ils sont practicalement identiques. Or, s'ils sont identiques dans leur structure et, comme nous allons le voir tout à l'heure, dans leurs propriétés physiologiques également, nous sommes autorisés à admettre que les chromatophores sont des cyanophycés et que par conséquent une plante n'est autre chose qu'une symbiose des cyanophycés avec un animal.

Une théorie qui admet qu'un organisme extérieur s'est introduit dans une cellule pour s'y transformer en chromatophore en produisant ainsi une symbiose, nommée plante, gagnerait beaucoup en précision si l'on pouvait indiquer quel est l'organisme qui s'était introduit, si l'on pouvait démontrer que cet organisme existe encore de nos jours. Or, cet organisme nous l'avons trouvé, c'est un cyanophycé, car sa structure est practicalement identique à celle des chromatophores.

CHAPITRE IV

Identité physiologique.

Les cyanophycés possèdent deux propriétés d'ordre physiologique extrêmement remarquables : 1) celle de transformer des substances inorganiques en substances hydrocarboniques ; et 2) celle de produire la synthèse des corps albuminoïdes en partant des substances inorganiques.

Si l'on expose des cyanophycés au soleil on voit apparaître des bulles de gaz que l'analyse démontre être de l'oxygène. En plaçant un cyanophycé dans de l'eau contenant certaines bactéries (Bacterium termo) on voit celles-ci commencer à vibrer d'une façon très énergique là où elles sont à proximité du cyanophycé ; ce mouvement est dû à l'influence de l'oxygène que les cyanophycés émettent en assimilant l'acide carbonique. Dans l'obscurité tout mouvement cesse.

Les cyanophycés ont donc la faculté d'assimiler l'acide carbonique. Elles possèdent la faculté de s'emparer de l'énergie solaire qui nous arrive sous forme de rayons lumineux et de transformer cette énergie de la lumière en énergie chimique. C'est à l'aide de cette énergie solaire que les cyanophycés décomposent les molécules de l'acide carbonique d'une part et de l'eau de l'autre, en libérant une partie de l'oxygène et en utilisant l'autre partie ainsi que le carbone et l'hydrogène pour en construire des molécules plus compliquées des hydrocarbones.

Mais les cyanophycés vont plus loin encore dans ce travail synthétique. En ne leur donnant pour nourriture que des sels minéraux, ces mycoïdes arrivent, en les synthétisant avec les hydrocarbones, à construire ces immenses et très compliquées molécules albuminoïdes dont le nombre d'atomes peut surpasser deux mille. Les cyanophycés savent construire le plasma en le produisant en dernière instance des substances inorganiques seules [1], car pour ce qui concerne les hydrocarbones elles les produisent elles-mêmes en n'em-

---

[1] Pringsheim vient de le démontrer tout récemment encore d'une façon expérimentale : Pringsheim (E.), Zur Physiologie endophytischer Cyanophyceen. Archiv. für Protistenkunde. Bnd. 38. 1917, p. 126.

Voir aussi, pour ce qui concerne la nutrition des cyanophycés, les travaux récents suivants :

Pringsheim (E.), Kulturversuche mit chlorophyllführenden Microorgaployant pour cela que des substances inorganiques, de l'eau et de l'acide carbonique.

Eh bien ces deux facultés, celle de synthétiser des substances inorganiques en hydrocarbones et celle de construire des substances albuminoïdes en les produisant également de substances exclusivement inorganiques, ces deux facultés là se rencontrent outre les cyanophycés (et d'autres mycoïdes) encore chez les chromatophores et ne se rencontrent nulle part ailleurs.

Tout le monde sait que les plantes vertes ont la propriété de décomposer à la lumière l'acide carbonique et d'utiliser l'énergie de la lumière pour produire la synthèse des hydrocarbones. Et c'est un fait bien connu et suffisamment démontré que ce sont précisément les chromatophores qui font ce travail.

Bien moins éclaircie est la question de savoir comment, où et par qui est exécuté le travail plus important de la construction des substances albuminoïdes. Si vous demandez à un professeur de botanique ce qu'il en pense, ou si vous consultez un traité de botanique, il vous sera répondu qu'on ne sait rien de trop précis à ce sujet ; on vous indiquera le fait que de toutes les parties de la plante les feuilles sont les plus riches en albuminoïdes, et comme en même temps les feuilles sont les organes les mieux pourvus de chromatophores il y a là

nismen. III. Zur Physiologie der Schizophyceen. *Cohn's* Beiträge zur Biol. d. Pflanzen. Bnd. 12. 1913, p. 49.

Glade (R.), Zur Kenntniss der Gattung Cylindrospermum. *Ibid.* Bnd. 12. 1914, p. 295.

Martens (H.), Das Wachstum der Blaualgen in mineralischen Nährlösungen. *Ibid.* Bnd. 12. 1914, p. 439.

Ces recherches, surtout celles de Martens, faites à l'aide de cultures pures, ont démontré que les cyanophycés se comportent, pour ce qui concerne leur exigence pour la nourriture, exactement comme les plantes supérieures. Il serait cependant plus juste de s'exprimer à l'inverse et de dire que les plantes supérieures se nourrissent exactement comme des cyanophycés.

Or, cette identité dans leur mode de nutrition ne peut être que le résultat de la présence dans les plantes de chromatophores — un nouveau rapprochement de ces derniers avec les cyanophycés. Tout, comme l'on voit, tend à indiquer leur identité.

un indice, peu certain il est vrai, que ce sont ces derniers qui prennent part à la production des substances alluminoïdes. D'aucuns ajouteront encore qu'on trouve souvent des cristaux (crystalloïdes) albuminoïdes à l'intérieur des chromatophores.

Et si vous demandez à ces professeurs s'il n'existe pas quelques expériences directes qui prouveraient que tel est le rôle des chromatophores, ils vous diront, tous sans exception, que non, de pareilles expériences n'existent pas, qu'elles n'ont jamais été faites.

Eh bien, c'est une erreur profonde. Ils se trompent tous. La démonstration expérimentale que les chromatophores et eux seuls sont les organes de la cellule qui chez les plantes produisent la synthèse des albuminoïdes a été faite il y a déjà longtemps et les résultats de ces expériences ont été publiés dans un journal allemand en 1901.

Ces expériences n'auraient d'ailleurs jamais pu être faites sans qu'un autre expériment ou plutôt une opération d'une délicatesse extraordinaire n'ait été faite préalablement. Il s'agissait d'extraire d'une cellule qui contenait deux chromatophores, ces chromatophores, et cela de façon à ne nuire aucunement à la cellule même en lui permettant ainsi de continuer à vivre et à se multiplier d'une façon absolument normale. L'expérimentateur ou plutôt l'expérimentatrice qui a fait ce tour de force a de plus réussi de remplacer de nouveau dans la cellule incolore les deux chromatophores, et cela encore sans nuire à la cellule qui continuait à vivre et à se multiplier normalement.

Cet expériment paraîtra au lecteur tellement invraisemblable qu'il voudrait certainement connaître le nom de l'expérimentatrice, qui certes mérite d'être désignée comme la plus remarquable et la plus habile qui ait jamais existée. Cette expérimentatrice n'est autre que mon assistante, qui m'a déjà aidé dans maintes recherches. Son nom est Dame Nature.

Il existe, en effet, des diatomées appartenant au genre Nitzschia qui sont absolument incolores, ayant perdu toute trace de chromatophores [1]. J'ai décrit et figuré moi-même de pareilles diatomées [1]. Or, il existe des espèces du même genre Nitzchia excessivement semblables aux espèces incolores, mais munies, comme c'est la règle dans ce genre, de deux chromatophores. La ressemblance entre les Nitzschia coloriés et incolores est telle qu'on pourrait même se demander si ce n'est pas la même espèce et si les diatomées incolores n'en représentent qu'une simple forme. Nous avons donc ici une diatomée dans laquelle Dame Nature a su ôter les chromatophores sans aucunement endommager la cellule.

---

[1] Ces diatomées ne vivent que dans des eaux richement pourvues de substances organiques.

Karsten, un botaniste allemand, a profité de cette délicate opération pour entreprendre une série de très intéressantes expériences [2] que je vais résumer en quelques mots.

1. Il a cultivé des Nitzschia incolores en leur donnant pour nourriture rien que des substances inorganiques. Ces diatomées, dont les chromatophores ont été pour ainsi dire enlevés, cessèrent bientôt de se multiplier et au bout d'un certain temps (en vingt-quatre heures) moururent toutes de faim.
2. Il a cultivé des Nitzschia incolores en ajoutant à leur nourriture des hydrocarbones et des substances albuminoïdes. Ces diatomées continuèrent à vivre et à se multiplier d'une façon normale.
3. Il a cultivé des Nitzschia munis des deux chromatophores en ne leur donnant pour nourriture que des sels inorganiques. Ces diatomées, dont les chromatophores ont été pour ainsi dire replacés, commencèrent à se multiplier d'une manière prodigieuse et continuèrent à vivre et à se reproduire tant que l'expérience dura.

Que nous montrent ces expériences ? Elles nous montrent que toutes les fois qu'on enlève les chromatophores de la cellule, celle-ci cesse de produire des substances albuminoïdes et la cellule meurt d'inanition ; ils nous montrent encore que chaque fois qu'on replace les chromatophores, la cellule recommence à synthétiser les substances inorganiques en les transformant en substances albuminoïdes.

---

[1] Mereschkowsky (C.), Etudes sur l'endochrome des Diatomées, 1re partie. Mémoires de l'Académie des Sciences de St.-Pétersbourg. 1901.

[2] Karsten (G.), Ueber farblose Diatomeen. Flora oder allgemeine Botan. Zeitung. Bnd. 89. 1901, p. 404.

Que peut-on conclure de ces expériences ? On peut et on doit en conclure que ce sont les chromatophores et eux seuls qui ont la faculté de produire cette synthèse.

C'est comme si vous apportiez un fourneau bien chauffé dans une chambre froide. L'air s'y réchauffe. Emportez le fourneau, l'air se refroidit. Rapportez le fourneau, l'air redevient chaud. Répétez cette expérience dix, vingt fois, aurez-vous le droit alors d'affirmer que c'est le fourneau qui chauffe la chambre ?

Eh bien ! les expériences de *Karsten* sont tout aussi concluantes pour démontrer que ce sont les chromatophores qu'on doit considérer comme les producteurs des substances albuminoïdes que celles avec le fourneau pour démontrer que c'est lui qui chauffe l'air.

Ou bien j'ai perdu ma logique, ou bien c'est cette conclusion qui découle des expériences de *Karsten* et qui s'impose impérieusement à notre esprit. C'est cette vérité qui est ainsi démontrée expérimentalement et d'une manière indiscutable.

Croyez-vous qu'après cela, *Karsten* soit arrivé à cette conclusion logique qui s'imposait ? Pas du tout ; il n'y a pas même pensé. C'est moi qui ai dû le faire pour lui. Et c'est toujours l'histoire du phare représentant la science allemande. Pas d'allumettes pour l'allumer. Les pierres sont ramassées, le fondement solidement bâti, mais pas d'allumettes pour allumer le feu à la lumière de laquelle la vérité puisse nous apparaître [1].

Mais ce n'est pas la seule expérience qui démontre que ce sont les chromatophores qui font la synthèse des substances albuminoïdes. Nous en connaissons encore une autre presque tout aussi concluante que la première.

Si l'on cultive des amibes en ne leur offrant pas de nourriture organique, pas de substances albuminoïdes, elles disparaissent bientôt dans les cultures en périssant de faim. Mais il existe une amibe, l'Amoeba viridis *Leidy*, qui contient des algues vertes unicellulaires y vivant en symbiose. Cette amibe là ne périt pas dans ces conditions tant qu'on la cultive à la lumière. *Gruber* [1] a pu la cultiver des années, et *Doflein* [2], ayant réussi à infester une amibe incolore, l'Amoeba vespertilio, par des algues vertes a pu cultiver celle-ci sans lui donner de nourriture pendant trois quarts d'année. « Diese Amoeben, dit cet auteur, konnten sich vollkommen ohne weitere Nahrung halten, solange sie im Lichte gezüchtet wurden. Die Ernährung erfolgte durch Verdauung der stets nachwachsenden Zoochlorellen [3]. »

---

[1] Voir plus haut, aux chapitres I et II, deux cas pareils concernant *Schimper* et *Fischer*. Voir aussi 2e partie : Les individualités du nucléus.

Il ressort avec évidence de cette expérience que ce sont les chromatophores des zoochlorelles qui nourrissaient les amibes en produisant des substances albuminoïdes. Sans chromatophores les amibes périssent de faim, avec des chromatophores ils vivent indéfiniment [4].

Cependant, dans le cas des amibes, les choses se compliquent un peu par le fait qu'ici nous n'avons pas seulement les chromatophores qui viennent s'introduire dans les amibes, mais également le plasma incolore des algues, l'amiboplasma. Mais lorsqu'on prend en considération que dans l'obscurité les algues ne nourrissent plus les amibes et que le plasma incolore des algues est le même que celui des amibes desquelles les algues dérivent, il devient extrêmement improbable que l'amiboplasma des zoochlorelles soit pour quelque chose dans la synthèse des albuminoïdes.

Voici donc le raisonnement à suivre dans ce cas : les amibes meurent de faim sans nourriture organique, donc leur amiboplasma n'est pas capable de produire la synthèse des albuminoïdes ; or, l'amiboplasma des algues unicellulaires vivant en symbiose étant le même que celui des amibes, ce n'est pas cet amiboplasma qui fait la synthèse des albuminoïdes dans les algues unicellulaires vivant en symbiose ; donc ce sont leurs chromatophores qui le font.

---

[1] Gruber (A.), Studien über Amöben. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bnd. 41. 1884.

[2] Doflein (F.), Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. V. Amöbenstudien. Archiv. für Protistenkunde. Suppl. 1. 1907, p. 250.

[3] Doflein (F.), Lehrbuch der Protozoenkunde, 4e édition, p. 667.

[4] *Gruber* et *Doflein* n'ont pas mieux su comprendre toute l'importance de ces faits que *Karsten* ceux concernant les diatomées incolores. N'est-ce pas vraiment étonnant et n'est-on pas autorisé, vu la fréquence de pareils cas, à y voir une particularité spécifique propre à la mentalité allemande ?

Nous venons ainsi de démontrer que dans tout le monde organique il n'existe que deux corps, deux êtres qui ont la faculté, si remarquable, de synthétiser des substances organiques, hydrocarboniques, aussi bien qu'albuminoïdes, ce sont d'un côté les cyanophycés et de l'autre les chromatophores, montrant ainsi la parenté intime des deux.

Mais, me demandera-t-on, comment se fait-il que personne, pas un seul professeur de botanique de quelque nationalité qu'il soit, ne connaisse cette vérité que ce sont les chromatophores qui construisent les substances albuminoïdes, qu'aucun traité de botanique, pas même un traité spécial de physiologie végétale, n'en fasse mention ?

C'est là encore un problème de psychologie du monde savant qui s'explique par ce fait que voir et apercevoir, c'est-à-dire remarquer ce qu'on voit, sont deux choses différentes. Tout le monde peut voir quelque chose tout en passant à côté sans le remarquer, sans y attacher aucune importance.

Tout le monde a pu voir des crânes et des vertèbres de vaches ou de chevaux blanchis au soleil gisant sur des prés, mais personne ne s'était arrêté devant un de ces crânes et ne s'est dit que ce n'était là qu'un nombre de vertèbres transformés. Il a fallu un *Gœthe* pour s'en apercevoir. Tout le monde a vu des feuilles, des pétales, des étamines et des pistils, mais c'est encore *Gœthe* qui a remarqué la ressemblance de tous ces organes et créé la théorie de métamorphose. Tout le monde connaît le mycoplasma et l'amiboplasma, mais on est passé sans les remarquer et il semble qu'on continue aujourd'hui encore, après que je les ai désignés du doigt [1], à ne pas les remarquer.

---

[1] Mereschkowsky (C.), Theorie der zwei Plasmaarten. Biolog. Centralblatt. Bnd. 30. 1910, p. 278.

Nous venons donc, dans les chapitres III et IV, de démontrer par des faits et des raisonnements qui en découlent que les chromatophores, tant au point de vue morphologique qu'au point de vue physiologique, sont identiques aux cyanophycés. La conclusion logique en est que les chromatophores sont réellement des cyanophycés, et que par suite la plante est une symbiose.

CHAPITRE V

Analogie avec les Zoochlorelles.

Nous connaissons des cas nombreux où des animaux inférieurs englobent des algues unicellulaires et, au lieu de les digérer, les laissent vivre dans leurs tissus à l'intérieur du plasma cellulaire où elles se multiplient en formant une symbiose avec les animaux. On trouve des exemples de pareilles symbioses dans presque toutes les classes des invertébrés inférieurs et notamment parmi les Protozoa[1], Porifera, les Coelenterata et les Vermes (Eunice, Turbellariès ; les Bonellia aussi).

Les Zoochlorelles et les Zooxanthelles, comme on appelle ces algues, ont parfois une ressemblance frappante dans leur manière d'être avec les chromatophores des plantes.

En considérant un Amoeba viridis *Leidy*[2] par exemple, il n'est guère possible de constater aucune différence principielle entre ses zoochlorelles et des chromatophores d'une algue verte quelconque, au point de vue du rôle que les deux jouent dans la vie de leurs hôtes. Dans les deux cas ces corps vivent en symbiose à l'intérieur du plasma cellulaire, dans les deux cas ce sont des corps indépendants du noyau, dans les deux cas ils s'accroissent, se multiplient par division, comme des organismes, dans les deux cas ils produisent par synthèse des substances organiques qui servent à leurs hôtes de nourriture en libérant de l'oxygène (*Geddes*) dont leurs hôtes profitent également. De même que les chromatophores, les zoochlorelles ne se forment jamais à neuf à l'intérieur des cellules animales dans lesquelles elles vivent, mais dérivent toujours d'une zoochlorelle péexistante par voie de division. Cette analogie peut aller si loin que dans Hydra viridis par exemple, lors de la formation de ses œufs, les zoochlorelles s'y trouvent déjà incorporées tout à fait comme chez les plantes dans les œufs desquelles on trouve des plastides sous fome de leucoplastes. Comme dans la plante, le Hydra viridis ne reçoit pas ses corpuscules verts chaque fois de nouveau du dehors par intrusion, mais les transmet de génération en génération par l'intermédiaire de l'œuf. Ils sont devenus héréditaires.

---

[1] Les observations de Stiasny (G.) (Ueber die Beziehungen der sog. *gelben Zellen* zu den Koloniebildenden Radiolarien. Archiv für Protistenkunde Bnd. 19, 1910) tendant à démontrer que les cellules jaunes ne sont pas des symbiontes, mais représentent des organes apparaissant chaque fois à neuf, ne sont point concluantes.

[2] Gruber (A.). Ueber Amoeba viridis. Zeitschrift für Morphologie und Systematik. 1904.

Chez l'Hydraire Halecium ophiodes, qui contient des zooxanthelles, leurs relations avec le polype sont analogues à ce qui existe chez Hydra viridis; les xanthelles vivent dans les cellules endodermiques où elles se multiplient par division; elles arrivent par voie de migration active, qui n'a lieu qu'à la lumière, dans les gonanthes et gagnent ainsi les cellules sexuelles en se transmettant par l'œuf de génération en génération [1].

Un cas tout à fait pareil de continuité des zoochlorelles a été constaté encore chez le coelentéré Milleporum [2], où des algues (zooxanthelles) vivant dans les tissus s'introduisent dans les œufs de la méduse femelle, se transmettant ainsi de génération en génération. Enfin la même continuité des zoochlorelles par l'intermédiaire de l'œuf, a été constatée pour des vers Turbellariés. Les vers Turbellariés ont pour symbiontes des algues vertes (Convoluta roscoffensis, Vortex viridis) et brunes (Convoluta paradoxa). Privé de ses cellules vertes et élevé dans une eau filtrée qui ne contient pas d'algues, nourri cependant par divers procédés, Convoluta roscoffensis ne tarde pas à mourir d'inanition ; mais aussitôt après l'infection, les cellules vertes se multiplient et l'animal prospère. C'est une symbiose au sens propre du mot[1]. Dans tous ces cas les zoochlorelles et les zooxanthelles sont devenus héréditaires.

---

[1] Hadzi (J.). Ueber die Symbiose von Xanthellen und Halecium ophiodes. Biologisches Centralblatt. Bnd. 31. 1911 (pp. 85-96),

[2] Mangan (J.). The entry of Zooxanthellae into the ovum of Milleporum and some particulars concerning the Medusa. Quarterly Journal of Microscopical Science (N. S.). Vol. 53. 1909.

Nous avons donc ici exactement la même continuité des zoochlorelles et des zooxanthelles comme celle qui existe chez les plantes par rapport aux chromatophores. La ressemblance est telle que si nous ne savions pas que les zoochlorelles de Hydra viridis sont des algues, nous aurions pu facilement les prendre pour des chromatophores. Et alors, en nous basant sur leur continuité, nous aurions fait le même raisonnement que nous avons fait par rapport aux chromatophores des plantes : — nous aurions dit que ces corpuscules verts de l'hydre ne sont pas des organites formés par des cellules de l'animal, mais des organismes venus du dehors.

Une analogie si parfaite entre ces algues symbiotiques et les chromatophores rend très probable que ces derniers sont aussi des symbiontes. Nous avons dit plus haut que si nous ne savions pas que les corpuscules verts de l'Hydra viridis sont des algues on aurait pu les prendre pour des chromatophores et qu'alors, se basant sur leur continuité, nous serions conduit à les considérer comme des organismes venus du dehors, comme des symbiontes. Or si, comme cela ressort avec évidence, dans ce cas, nous aurions eu indiscutablement raison en faisant cette affirmation, nous avons également raison de faire la même affirmation en ce qui concerne les chromatophores des plantes qui nous montrent une analogie si parfaite avec les zoochlorelles des animaux. Si les deux sont si semblables sous tous les rapports pourquoi ne le seraient-ils pas aussi sous le rapport de leur origine ?

---

[1] Keeble (F.). Plant-animals ; a study in Symbiosis. Cambridge, University Press. 1910. — Voir aussi : Oltmanns, Morphologie und Biologie der Algen. 1904.

La seule différence entre ces deux genres de corpuscules c'est que les zoochlorelles peuvent vivre et se multiplier à l'extérieur de la cellule animale, tandis que les chromatophores, sortis de la cellule, périssent plus ou moins rapidement. Mais cette différence ne peut guère atténuer la valeur de l'analogie car elle s'explique simplement par ce fait que les cyanophycés, en se transformant en chromatophores, ont perdu leur membrane sans laquelle ils ne peuvent plus vivre dans l'eau. Il ne faut pas oublier que les chromatophores se sont introduits dans le plasma de la cellule animale à une époque bien plus reculée que celle où les zoochlorelles infestèrent les animaux qu'elles habitent. Durant tous les millions et millions d'années pendant lesquelles les chromatophores vivent immergés dans le plasma cellulaire, ils ont eu le temps de s'adapter aux conditions tout à fait particulières et anormales de leur existence intracellulaire qui leur ont fait perdre la faculté de l'existence libre. Nous avons vu plus haut qu'il ont même perdu leur membrane qui protège la cellule de tout cyanophycé vivant à l'état libre. Quoi d'étonnant alors qu'ils ne peuvent plus vivre en dehors des cellules comme le peuvent les zoochlorelles qui, venues à une date beaucoup plus récente, n'ont point eu le temps encore de changer aussi profondément leur nature.

Que l'intrusion des zoochlorelles et des zooxanthelles dans les animaux est de date relativement récente ceci ressort de ce fait qu'il arrive souvent de rencontrer des espèces d'animaux très rapprochés, appartenant au même genre, dont les unes sont pourvues de zoochlorelles et les autres pas. Comme exemples on peut citer l'Amoeba viridis et à côté l'Amoeba proteus, et tant d'autres espèces d'amibes incolores, le Paramaecium bursaria avec de nombreuses zoochlorelles et le Paramaecium caudatum incolore, les Vorticella contenant des zooxanthelles, comme j'en ai observées à Naples, et les espèces incolores, le Hydra viridis et à côté le Hydra fusca, les Spongilla verts et les espèces incolores, les Gorgonia blancs munis de zooxanthelles et les Gorgonia rouges, appartenant à la même espèce, n'en possédant pas, et ainsi de suite.

Quoi d'étonnant après cela que les chromatophores, vivant bien plus longtemps dans le plasma cellulaire que les zoochlorelles et les zooxanthelles, aient perdu depuis longtemps déjà la faculté de vivre à l'état libre.

Et cette explication est corroborée par le fait que dans le cas où une zoochlorelle s'introduit dans les tissus d'un animal à une époque plus éloignée que d'ordinaire, elle perd aussi la faculté de vivre à l'état libre, comme c'est le cas avec le ver turbellarié Vortex viridis. Le fait qu'ici les zoochlorelles ont perdu leur membrane nous donne en effet le droit d'admettre que leur intrusion dans les tissus de l'animal date de fort longtemps, et nous voyons que ce sont précisément ces zoochlorelles là qui en même temps ont perdu leur faculté de vivre à l'état libre.

L'analogie avec les chromatophores devient par ce fait encore plus apparente. Or plus l'analogie entre les zoochlorelles et les chromatophores est parfaite, plus la probabilité que ces derniers sont des symbiontes devient grande.

CHAPITRE VI

Phylogénie.

La phylogénie des plantes nous présente encore un bon argument en faveur de ma théorie.

Mais pour pouvoir saisir cet argument et en comprendre toute la valeur, il faut d'abord que nous nous occupions de la phylogénie des lichens.

Les lichens ont une origine polyphylétique au plus haut degré. Voici les différents arbres et arbrisseaux tout à fait indépendants les uns des autres et originés chacun par la combinaison de différents champignons avec différentes algues.

1. Nous avons d'abord le grand arbre Lecidea-Usnea qui représente l'arbre principal des lichens issu d'un champignon à spores simples et incolores. En commençant par le Lecidea à thalle crustacée, passant par les genres Biatora et Lecanora, puis par le genre Squamaria à thalle sémicrustacé pour arriver aux genres d'abord à thalle foliacé (Parmelia), puis à thalle buissonnant (Cetraria), il vient se terminer en thalle filamenteux des Usnéacées.

2. Vient ensuite un arbre tout à fait analogue, mais plus petit, issu d'un champignon à spores brunes et cloisonnées, et constitué par la série : Buellia-Rinodina-Beltraminia-Physcia-Anaptychia.

3. Puis vient la série des Cyanophili où le champignon au lieu de s'associer à une algue s'était associé à un cyanophycé, un autre mycoïdes[1]. Ce groupe, représenté par les genres Collema, Pannaria, Sticta, etc., est lui-même d'origine polyphylétique, étant originé au moins trois fois.

Viennent ensuite les arbres et arbrisseaux de moindre importance avec les composants suivants :

4. Hysteriaceae + algue = Graphidaceae.

5. Celidiaceae + algue = Arthoniaceae (originées plus d'une fois).

6. Protocalyciaceae + algues = Caliciaceae, etc. (originées au moins trois fois).

7. Un petit arbrisseau : Lecanactidaceae-Gyalectaceae-Thelotremaceae.

8. Pyrenomycetes + Phyllactidium (algue) = Strigulaceae.

---

[1] Voir pour ce terme : MERESCHKOWSKY (C.), Theorie der Zwei Plasmaarten. Biologisches Centralblatt. 1910.

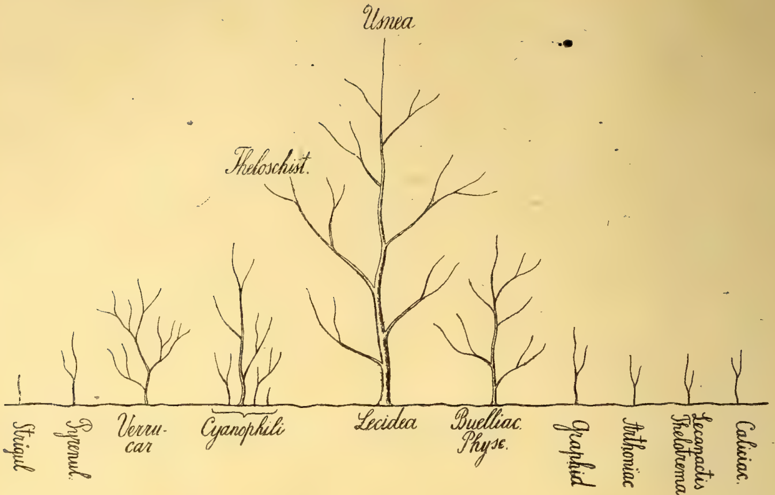

Usnea
Theloschist.
Strigul
Pyrenul.
Verru-
car
Cyanophili
Lecidea
Buelliac.
Physc.
Graphid
Arthoniac
Lecanactis
Thelotrema
Caliciac.

Fig. 7. — **Phylogénie des lichens.**

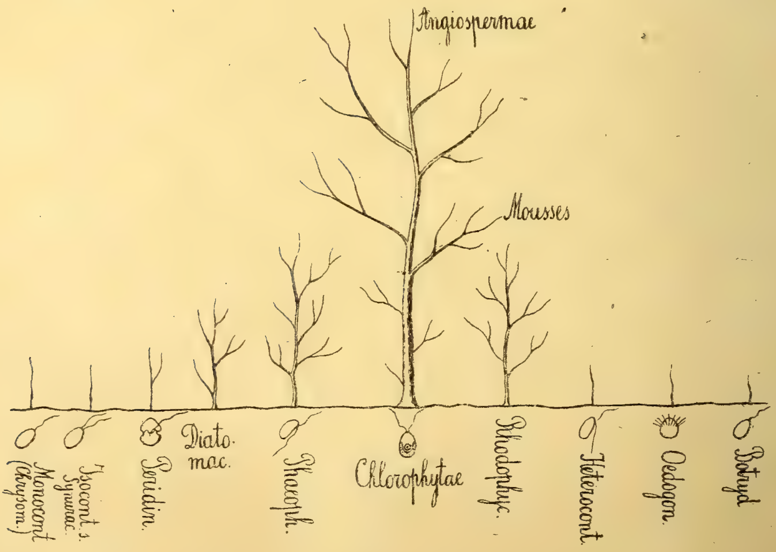

Angiospermae
Mousses
Monocont
(Chrysom.)
Isocont. s.
Synurac.
Peridin.
Diato-
mac.
Phaeoph.
Chlorophytae
Rhodophyc.
Heterocont.
Oedogon.
Botryd.

Fig. 8. — **Phylogénie des plantes.**

9. Pyrenomycetes + Palmellaceae = Verrucariaceae, Dermatocarpaceae, etc.

10. Pyrenomycetes + Chroolepus = Pyrenulaceae, etc.

Cette origine polyphylétique des lichens est exprimée d'une manière schématique par la figure 7 ci-dessus.

Comme on voit, c'est au moins dix fois que les lichens ont pris naissance, et si l'on prend en considération que les numéros 4, 5 et 6 représentent eux-mêmes un petit complexe d'arbrisseaux d'origine indépendante et qu'il reste encore un certain nombre de genres et familles que nous n'avons pas pris en considération ici, on peut bien dire, sans trop se tromper, que le nombre des cas d'une origine indépendante des lichens doit être dans les environs de quinze à vingt. Et cette grande polyphylétie des lichens est entièrement dûe au fait que ces organismes représentent une symbiose de deux groupes d'organismes pouvant chacun être représentés par des espèces variées. C'est la diversité des champignons se combinant avec la diversité des algues et des cyanophycés qui a eu pour résultat cette grande polyphylétie de l'origine des lichens. La symbiose produit la polyphylétie, et vice versa : là ou il y a polyphylétie très prononcée on peut supposer la présence de la symbiose.

Examinons maintenant la phylogénie des plantes [1].

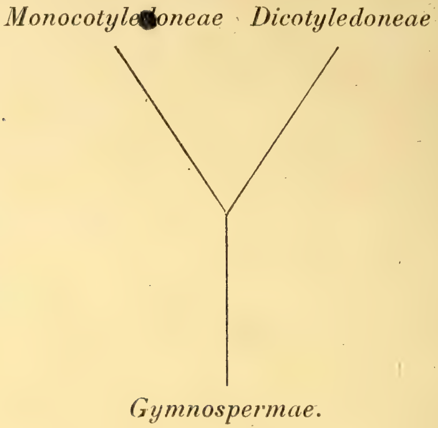
Nous constatons ici à notre grande surprise que la polyphylétie de l'origine des plantes est tout aussi prononcée qu'elle l'était chez les lichens. Examinons, comme nous l'avons fait pour les lichens, les différents arbres et arbrisseaux qu'on peut y distinguer (fig. 8).

1. Nous avons d'abord l'énorme arbre, représentant la série qui commence par le Chlamydomonas à deux flagellum ou cils égaux, passant par les algues vertes supérieures, puis par les Ptéridophytes, les Ptéridospermes, les Gymnosper-

---

[1] N'ayant pas mon livre : Mereschkowsky (C.), Konspectiver Kursus der Kryptogamen. Kazan, 1909 (en russe), où cette question est traitée plus en détail, je dois me borner ici à ce qui me revient en mémoire.

mes, pour terminer par la bifurcation : Monocotyledoneae-Dicotyledoneae.



C'est l'arbre principal du règne végétal dont un rameau latéral représente les mousses[1].

2. Nous avons ensuite un arbre relativement encore assez grand, mais beaucoup plus petit que le premier, celui des Phaeophycées ou algues brunes proprement dites en comprenant sous ce nom seulement celles des algues brunes qui ont pris leur origine d'un flagellé à deux flagellum inégaux. Ici c'est un cyanophycé brun qui s'est combiné avec ce flagellé.

3. Vient ensuite le groupe assez grand encore des Floridées, formé par la combinaison d'un flagellé avec un cyanophycé rouge. Le représentant le plus simple de ce groupe est le Rhodomonas.

4. Vient ensuite un petit groupe très particulier, celui des Peridinées ou Dinophycées, qu'on ne saurait faire dériver d'aucun autre groupe.

5. Puis vient un tout petit groupe d'algues brunes où le

---

[1] La question de savoir si cet arbre ne représenterait pas plutôt deux arbres d'origine distincte, les Biciliatae et les Monociliatae, ces derniers composés par les Lycopodiaceae, n'est pas encore suffisamment éclaircie.

Il faut faire remarquer aussi que les Monocotyledoneae ont une origine polyphylétique. Il y a des monocotylédonées qui dérivent par exemple de la famille des Pipéracées.

cyanophycé de couleur brune est le même que celui qui a donné naissance aux Phaeophycées, mais le flagellé était différemment constitué étant doué de deux flagellum ou cils, non pas inégaux mais égaux, tout à fait comme chez le Chlamydomonas, avec la seule différence que là c'était un cyanophycé vert, ici un cyanophycé brun qui s'est introduit dans le même flagellé. On pourrait nommer ce groupe d'algues Isocontae [1]. Exemples : Hymenomonas, Chlorodesmus, Synura, etc.

6. Un groupe d'algues brunes plus petit encore est celui des Chrysomonadinées où le flagellé qui lui a donné naissance n'avait qu'un seul flagellum. C'est un groupe analogue aux Botrydiaceae des algues vertes et qu'on pourrait appeler Monocontae. A ce groupe, qui paraît être d'origine très récente, appartiennent les genres, si bien étudiés par *Pascher* [2], Rhizochrysis, Chrysarachnion, Myxochrysis, ainsi que les genres Chromulina et Hydrurus.

7. Enfin, pour en finir avec les algues brunes, il faut admettre encore une origine séparée pour les Diatomées issues d'un protozoaire qui dès le début avait dû avoir une certaine tendance à déposer de la silice, caractère qui a eu pour conséquence de déterminer une ligne toute particulière d'évolution. Les Diatomées ont en effet un caractère tellement différent de toutes les autres algues brunes qu'il me paraît tout à fait impossible de les faire dériver d'aucun autre groupe. Elles doivent avoir eu une origine indépendante.

Pour les algues vertes, nous avons aussi plusieurs petits arbrisseaux d'origine séparée. Ce sont :

8. Les Heterocontae, algues vertes issues d'un flagellé tout autre que celui qui a donné naissance aux algues Chlorophycées proprement dites, muni de deux flagellum aussi, mais différant par leur longueur aussi bien que par leur disposition,

---

[1] L'inconvénient de ce nom est qu'il est employé des fois pour désigner le groupe des algues vertes issu du Chlamydomonas dont les gamètes sont pourvues de deux cils égaux. Il vaudrait donc peut-être mieux remplacer ce nom par un autre, par exemple Synuraceae.

[2] Pascher (A.), Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten. Archiv. für Protistenkunde. Bnd. 36. 1816. Bnd. 37. 1817.

l'un, oscillant, dirigé en avant, et l'autre traînant par derrière. Elles diffèrent aussi par le produit d'assimilation qui est une huile.

9. Les Oedogoniacées, originées d'un infusoire qui portait à son extrémité antérieure toute une couronne de cils.

10. Les Botrydiacées, originées d'une monadine à un seul flagellum.

Comme pour les lichens, ce ne sont là que les principaux groupes, ceux qui sont les mieux connus. Mais il y a encore une foule de petits groupes (les Dinobryinae, les Englenidae par exemple) ou d'espèces isolées (Cyanomonas americana par exemple) qui sûrement ont dû avoir une origine indépendante. Je crois qu'il ne sera pas exagéré, mais bien plutôt au-dessous de la vérité, de dire que le règne végétal a pris naissance au moins quinze fois.

La phylogénie des plantes peut donc être exprimée d'une façon schématique à l'aide de la fig. 8 de la page 58. Comme on le voit, elle est tout aussi polyphylétique que l'est la phylogénie des lichens (fig. 7). Ce sont dans les deux cas des petits bosquets composés d'arbres et d'arbrisseaux nombreux.

Quelle énorme différence avec la phylogénie du règne animal qui, elle, ne représente qu'un seul et unique arbre[1] (fig. 9).

Comment expliquer cette origine multiple des plantes ?

Nous avons vu que la polyphylétie des lichens était la conséquence de la nature symbiotique de ces organismes. Or, si chez les lichens la polyphylétie est un indice de l'existence d'une symbiose, elle doit l'être non seulement pour les lichens mais ailleurs aussi. Il est donc tout naturel et légitime de supposer que l'origine extrêmement polyphylétique des plantes est également le résultat et la conséquence de la nature symbiotique des plantes. Comme chez les lichens diverses algues se sont associées avec divers champignons pour donner naissance à un grand nombre de groupes indépendants, de même chez les algues divers cyanophycés sont entrés en combinaison avec différents flagellés pour former le monde végétal. Et l'étude de l'origine des différents groupes d'algues, surtout de leurs zoospores si différentes et correspondantes parfaitement à des flagellés réellement existants, ne laisse aucun doute sur la cause du polyphylétisme des plantes qui doit être attribué à leur origine symbiotique. Sans une pareille supposition, les faits concernant l'origine des différents groupes d'algues avec leurs zoospores et leurs chromatophores si diversement constitués resteraient tout à fait inexplicables.

---

[1] En parlant de l'arbre phylogénétique des animaux, nous n'avons en vue que l'arbre principal, l'unique grand arbre des Métazoaires.

Mais le monde animal étant, lui aussi, le résultat d'une symbiose, celle de différentes monères avec différentes bactéries, on se trouve ici aussi en présence d'un certain nombre de petits groupes d'origine indépendante, dont un seul, les Sporozoaires, a acquis des dimensions d'un petit arbrisseau, les autres représentant de tout petits groupes d'infusoires n'étant comparables qu'à des herbes d'un gazon sur lequel croît le grand arbre des animaux (fig. 9).

Chez les lichens aussi bien que chez les plantes, la phylogénie représente un bosquet ; ici, c'est un énorme chêne isolé croissant sur un pré.

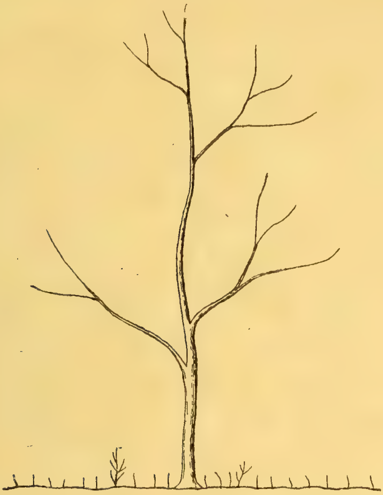


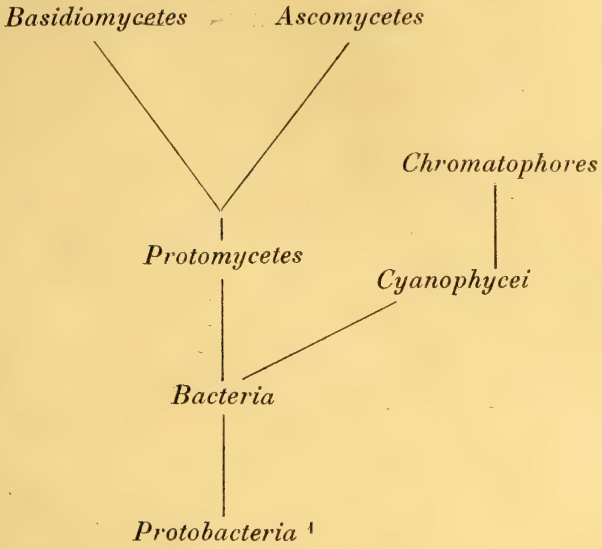
Fig. 9. — **Arbre généalogique du règne animal.**

D'ailleurs, si nous n'admettions pas cette théorie de l'origine symbiotique et multiple des plantes nous serions amenés à la nécessité d'admettre l'hypothèse qu'un procédé aussi difficile que devait être l'élaboration des chromatophores par voie de différenciation du cytoplasma, s'était produit au cours de l'évolution des plantes au moins une quinzaine de fois. On conviendra que c'est là une hypothèse des plus improbables et qui d'ailleurs n'a absolument aucun fondement sur lequel elle puisse se baser.

Lorsqu'on se trouve devant le fait d'une origine si multiple des plantes et que pour l'expliquer on n'a que le choix entre l'hypothèse improbable et infondée d'une différenciation répétée des chromatophores et la théorie de la symbiose multiple des plantes si bien fondée par toute une série d'arguments des plus solides, je ne crois pas qu'on puisse un moment douter à laquelle des deux explications la préférence doit être donnée.

Ce qui confirme encore la théorie concernant l'origine multiple des plantes dûe à la symbiose multiple, c'est le fait que dans tous les groupes d'organismes où rien ne fait supposer l'existence d'une symbiose, la phylogénie devient monophylétique. Il en est ainsi pour ce qui concerne les mycoïdes ; toujours pourvus, comme ils le sont, d'une membrane qui rend l'intrusion à l'intérieur de leurs cellules d'un organisme extérieur quelconque impossible, ce règne n'a jamais donné lieu à aucune symbiose et son évolution, par suite, représente un arbre unique ramifié qui, dans ces grands traits, peut être représenté par le schéma ci-contre :

Il en est de même pour le règne animal (fig. 9), dont l'origine, pour ce qui concerne du moins les métazoaires, est strictement monophylétique. Enfin, au sein même du règne végétal, nous voyons le monde des plantes vertes, une fois constitué dans sa principale ligne d'évolution, qui part des Chlamydomonas, reprendre l'aspect d'un seul arbre ramifié (voir Chlorophytae dans la figure 8), car de nouvelles symbioses, dès qu'une membrane solide entourant la cellule s'est constituée, devient impossible. Et il en est ainsi aussi par rapport aux autres arbres et arbrisseaux, comme le


Basidiomycetes
Ascomycetes
Chromatophores
Protomycetes
Cyanophycei
Bacteria
Protobacteria [1]

montre la fig. 8. Aussitôt que toute possibilité de nouvelles symbioses cesse, il s'établit une monophylétie rigoureuse.

⁂

Les faits que nous venons de considérer dans le chapitre présent nous ont donc démontré que partout où l'origine des organismes ne se fait pas par la combinaison de deux organismes symbiosés [2] la phylogénie est monophylétique, par contre là où celle-ci est très polyphylétique, comme chez les lichens, ce polyphylétisme est dû à l'apparition réitérée d'une symbiose. Or, l'origine des plantes étant très polyphylétique, nous avons le droit d'en conclure que les plantes représentent également une symbiose, une symbiose d'animaux — flagellés avec des mycoïdes — cyanophycés.

---

[1] Bactéries hypothétiques sans membrane. Ce sont peut-être les soi-disants Chlamydozoa ou mon Biococcus hypothétique (Voir C. Mereschkovsky, Konspectiver Kursus der Kryptogamen. Kazan. 1909 (en russe), chapitre sur les Bactéries).

[2] Je donne à ce procédé le nom de *Symbiogenèse* qui veut dire : origine des organismes par la combinaison ou par l'association de deux ou plusieurs êtres qui entrent en symbiose.

C'est ainsi que tous les chemins conduisent à... ma théorie de symbiose des plantes.

CHAPITRE VII

Indépendance du noyau.

De nombreuses expériences ont démontré que le nucléus peut être considéré comme le foyer central où prennent naissance tous les phénomènes de métabolisme constructif qui se manifestent dans la cellule. Si on arrive, par n'importe quelle méthode, à éloigner le nucléus de la cellule ou à en séparer une partie, privée du nucléus, on voit cesser dans cette cellule ou dans cette partie toute manifestation de synthèse morphologique. Les foraminifères cessent de construire leur carapace, les plantes ne produisent plus de membrane cellulaire, les infusoires perdent leur faculté de regénérer les cils sur les parties lésées de leur corps et ainsi de suite. Seuls des phénomènes du métabolisme destructif, tels que le mouvement, la respiration, etc., continuent à se manifester dans le protoplasma dépourvu du noyau.

Ces observations prouvent donc que, sans le nucléus, le plasma est incapable de produire de nouvelles substances organiques par voie de synthèse et en même temps que tous les organes de la cellule se trouvent au double point de vue chimique et morphologique sous la dépendance directe du noyau. D'ailleurs ces deux catégories de phénomènes, les phénomènes chimiques et les phénomènes morphologiques, sont intimement liées, car les phénomènes morphologiques ne sont, comme l'a si bien expliqué *Claude Bernard*, que l'expression visible des phénomènes chimiques qui leur servent de base. Et c'est ainsi que le plasma privé du nucléus, ayant perdu la faculté de synthèses chimiques dont les incitifs, sous forme d'enzymes, sortaient du nucléus, a perdu en même temps toute possibilité de produire des synthèses morphologiques.

Or, une exception frappante à cette règle nous est donnée par les chromatophores. En étranglant à l'aide du plasmolyse le contenu d'une cellule végétale et en séparant ainsi une partie du plasma de façon à ce que celle-ci ne contienne pas de nucléus, on voit que les chromatophores qui s'y trouvent continuent à vivre tout aussi normalement que dans la partie de la cellule pourvue d'un noyau. *Klebs* [1], auquel nous devons ces recherches, a pu constater que ces chromatophores croissent, se multiplient par division et assimilent l'acide carbonique en produisant par synthèse des grains d'amidon et qu'ils font tout cela d'une façon absolument normale. En un mot ils se comportent non pas comme des organes dépendants du nucléus, mais comme des organismes tout à fait indépendants de celui-ci. Cette indépendance va même si loin que les chromatophores peuvent continuer, pour un certain temps, à assimiler de l'acide carbonique même en dehors de la cellule. En effet, en écrasant une cellule végétale et en en faisant sortir les chromatophores, on peut s'assurer, à l'aide de la méthode des bactéries, que les chromatophores, ainsi libérés, continuent à assimiler le CO^2 en produisant de l'oxygène qui met les bacilles en mouvement.

Un autre indice de l'indépendance des chromatophores du noyau nous est donné par certains phénomènes qu'on observe chez les diatomées. Dans un de mes ouvrages sur les chromatophores des diatomées [2], j'ai montré que ceux-ci présentent des signes d'une grande indépendance du noyau, en ce sens que leur division ne semble être influencée d'aucune façon par le noyau.

---

[1] Klebs (G.), Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen. Bnd. II. 1887.

[2] Mereschkowsky (C.), Gesetze des Endochroms (Lois de l'endochrome). Kazan, 1906 (en russe). Un exemplaire de cet ouvrage, qui mériterait d'être traduit en français ou en allemand, se trouve dans la bibliothèque du Conservatoire botanique de Genève.

En effet, en étudiant la division des chromatophores dans différentes espèces d'un même genre, on peut constater que celle-ci peut se faire avant la division de la cellule et par conséquent de son noyau, simultanément avec cette division ou après celle-ci. Le rythme de la division du noyau ne correspond pas au rythme de la division des chromatophores. Ici encore les chromatophores se comportent non pas comme des organes de la cellule mais comme des organismes tout à fait indépendants. Car si les chromatophores étaient des organes, ils seraient, comme le sont tous les organes, sous le contrôle du noyau et leur division ne pourrait s'effectuer avec une pareille indépendance, elle se trouverait en rapport plus ou moins direct avec la division de la cellule et de son noyau. L'examen de cet ordre de faits fera l'objet du chapitre suivant.

Doflein [1] dit aussi à propos des chromatophores des algues vertes inférieures : « Nicht immer entspricht der Teilungsrhythmus der Chromatophoren demjenigen der ganzen Protozoenzelle », ou, ce qui revient au même : le rythme de la division des chromatophores ne correspond pas toujours au rythme de la division du noyau, indiquant par là l'existence d'une certaine indépendance des chromatophores de ce dernier.

CHAPITRE VIII

Les Chromatophores chez les Diatomées [2].

Ayant fait pendant une série d'années de l'étude des chromatophores chez les diatomées l'objet de mes recherches assidues, j'étais placé par là dans des conditions favorables pour répondre à la question de savoir si l'on ne pourrait pas trouver parmi les phénomènes étudiés quelques faits qui puissent confirmer la théorie que je viens d'énoncer récemment concernant la nature et l'origine des chromatophores [1] ; ne pourrait-on pas, en effet, trouver parmi les nombreux faits relatifs à l'endochrome des diatomées que j'ai amassés quelques indices sur le caractère individuel des chromatophores et leur indépendance de la cellule.

---

[1] Doflein (F.), Lehrbuch der Protozoenkunde, 4e édition, 1916, p. 32.

[2] Ce chapitre est la traduction d'un appendice (l'appendice III) de mon

Les chromatophores ne peuvent pas, d'après ma théorie, être considérés comme des organes (ou organites) qui se seraient graduellement différenciés dans la cellule, qui originairement n'en avait pas, mais comme des organismes indépendants qui autrefois s'étaient introduits du dehors dans des cellules incolores de nature animale (amibes et flagellés), qui auraient établi un rapport symbiotique étroit avec celles-ci et qui aujourd'hui se transmettraient de génération en génération d'une façon continue et ininterrompue à l'aide des gamètes et des spores.

Je considère donc la plante non comme un organisme unique, mais comme le résultat d'une symbiose d'un être animal avec des organismes verts (rouges ou jaune-brun) appartenant probablement au groupe des cyanophycés [2].

Les relations étroites qui, dès les temps immémoriaux, s'étaient établies entre les deux symbiontes — les chromatophores et les cellules incolores — n'ont certainement pas manqué de réduire considérablement l'indépendance dont les chro-

---

ouvrage « Gesetze des Endochroms ». Kazan. 1906, pp. 1-402, avec 2 pl. coloriées et 249 fig. dans le texte (en russe).

Après une analyse de cet ouvrage, parue dans le *Just's Botanischer Jahresbericht*, 1906, t. II, p. 620, la rédaction ajoute : « Es wäre zu wünschen, dass die Resultate dieser wichtigen Arbeit durch eine Uebersetzung auch den Nichtrussen zugänglich gemacht würden. » — Dans le cas où on voudrait le traduire, on trouvera un exemplaire de cet ouvrage (très rare) à Genève, dans la bibliothèque du Conservatoire botanique.

[1] Mereschkowsky (C.), Ueber Natur und Ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche. Biologisches Centralblatt. Bnd. XXV. N° 18. 1905.

[2] Aujourd'hui on est même en droit d'affirmer positivement que c'est aux cyanophycés que ces organismes appartiennent (voir la 1re partie de cet ouvrage et notamment les chapitres II et III).

matophores ont dû jouir au début de leur existence symbiotique. Néanmoins on peut s'attendre, si ce sont des organismes venus du dehors, à trouver chez eux aujourd'hui encore, surtout parmi les représentants inférieurs du règne végétal, quelques traces de leur indépendance d'autrefois. Et, en effet, on trouve chez les diatomées des vestiges assez nettement exprimés de l'indépendance des chromatophores de la cellule animale qu'ils habitent, où aujourd'hui encore ils se comportent, dans une certaine mesure, comme des hôtes venus du dehors, avec des allures d'indépendance indéniable.

Dans mon ouvrage : « Ueber Natur und Ursprung der Chromatophoren, im Pflanzenreiche [1] », j'ai montré que les chromatophores du règne végétal en général sont caractérisés par une certaine indépendance de la cellule qu'ils habitent et notamment de son noyau [2] ; ici nous allons examiner les trois différents cas où cette indépendance se manifeste clairement chez les chromatophores des Diatomacées.

⁂

1. Nous avons vu dans la deuxième partie de cet ouvrage (p. 117 et suiv. de l'ouvrage russe) que, lors de la division des diatomées appartenant aux familles des Naviculacées et des Pleurosigmées, la cellule peut se trouver déjà divisée tandis que les chromatophores ne le sont point encore. C'est le cas qu'on trouve chez certaines espèces du genre Navicula, comme par exemple Navicula radiosa, Navicula anglica var., et c'est ainsi aussi que cela se passe dans tout un groupe d'espèces du genre Pleurosigma (Pleur. Normannii, Pleur. cuspidatum et autres). Chez d'autres espèces de Navicula, au contraire, comme par exemple chez Navicula gracilis, Nav. rhynchocephala, ou chez certains Pleurosigma comme par exemple chez Pleurosigma nubecula, ainsi que chez Gyrosigma fasciola, Gyr. Spencerii, Gyr.

---

[1] Biologisches Centralblatt. Bnd. XXV. N° 18. 1905.

[2] Voir l'ouvrage présent, 1re partie, chapitre III.

Wansbeckii var. subsalina, les chromatophores se divisent bien avant qu'aucune trace de division cellulaire n'apparaisse [1] ; on distingue dans ce procédé encore certaines variations qui consistent en ceci que, tandis que chez certaines formes les chromatophores passent, avant de se diviser, sur la face valvaire pour là se diviser dans le sens transversal, chez d'autres (Gyrosigma fasciola, Gyr. Spencerii) la division des chromatophores a lieu lorsque ceux-ci occupent encore leur position normale sur la face zonale ; un fait qui plus d'une fois a induit les observateurs en erreur, leur faisant admettre l'existence, chez ces formes, de quatre plaques au lieu de deux qui en vérité leur sont propres.

Comme nous l'avons vu plus haut (p. 129 de l'ouvr. russe), on arrive à constater la même variabilité du moment de la division des chromatophores parmi les Fragilariées (Fragilaria, Synedra) ; là aussi cette division peut avoir lieu avant la division de la cellule, en même temps que celle-ci ou, enfin, après la division cellulaire.

On peut interpréter ces variations quant au temps de la division de deux façons : ou bien en admettant que le moment de la division des chromatophores reste invariable, mais que la division de la cellule tantôt devance celle des chromatophores, tantôt reste en retard ; ou bien on peut supposer que c'est la division de la cellule qui est l'élément stable et que ce qui devance ou est en retard c'est la division des chromatophores. La deuxième supposition paraît être la plus probable, car nous voyons chez Gyrosigma fasciola et Gyr. Spencerii les chromatophores se diviser sur place (sur les faces zonales) sans se transporter préalablement sur les valves, comme cela a lieu dans la grande majorité des cas chez les

---

[1] Les chromatophores du Pleurosigma delicatulum se divisent tantôt avant la division de la cellule, tantôt après. Ce fait nous démontre clairement que les exemples susmentionnés peuvent réellement être considérés comme des cas d'une translation de la division cellulaire ou de la division des chromatophores (ce qui revient au même) d'un moment à un autre, translation qui là ne se produit pas dans une seule et même espèce, comme dans le cas du Pleurosigma delicatulum, mais chez des espèces différentes d'un même genre.

Diatomaceae Polyplacatae[1], en indiquant par là que nous avons affaire plutôt à une division anticipée des chromatophores qu'à une division retardée de la cellule.

Quoi qu'il en soit, il est tout à fait indifférent, pour le but que nous poursuivons, que ce soit aux chromatophores ou à la cellule qu'on doive attribuer le rôle actif dans cette divergence des deux procédés ; ce qui nous importe, c'est la constatation de l'existence même d'une pareille divergence, car on ne peut ne pas voir dans ce fait l'expression d'une certaine indépendance des chromatophores de la cellule. Que voyons-nous, en effet : la cellule se divise, le noyau est déjà divisé, les nouvelles valves sont déjà formées, mais les chromatophores restent toujours comme ils étaient, sans le moindre changement ; mais voilà que, dans d'autres cas, la cellule et le nucléus restent invariables, tandis que les chromatophores se divisent de la façon la plus énergique. Il est évident que dans leur division les chromatophores restent indépendants de la cellule, indépendants du noyau, qu'ils se divisent à leur guise, sans trop se préoccupper de ce que font la cellule et le noyau, qu'ils se divisent semblant ne poursuivre que leur propre but : se multiplier pour se préserver d'une extinction dans la cellule. En ceci les chromatophores rappellent bien plus une zoochlorelle ou une zooxanthelle[2] qu'un organe de la cellule[3].

2. Un autre indice de l'indépendance des chromatophores,

---

[1] Les Naviculacées et les Pleurosigmées appartiennent aussi aux Polyplacatae.

[2] Ce sont des algues unicellulaires vertes ou brunes vivant en symbiose avec certains animaux.

[3] Il sera utile de rappeler ici encore une fois la conclusion à laquelle nous avait conduit l'étude sur la structure et la division de l'endochrome chez les Surirellées (voir p. 106), car les faits importants qui s'y rattachent confirmant l'indépendance des chromatophores de la cellule pourraient autrement facilement échapper à l'attention. En analysant les faits concernant la structure des Surirellées dans leurs diverses phases de développement, nous sommes arrivés à la conclusion « que le genre Surirella possède pour ainsi dire une plaque de trop, dans ce sens qu'une seule de ses deux plaques lui appartient pour ainsi dire de droit, l'autre étant destinée à proprement parler à la génération suivante ». La division de l'endochrome chez les Surirellées est constamment à tel point en

des diatomées de la cellule qu'ils habitent nous est présenté par la loi de l'alternation du plan de division des chromatophores.

Cette loi nous montre l'existence d'un rythme fort curieux dans les phénomènes de division des chromatophores, qui se manifeste dans ce fait que la division des chromatophores appartenant à une série de groupes liés génétiquement se fait dans un plan changeant continuellement de direction dans un ordre rythmique, la division étant tantôt longitudinale, puis devenant transversale, puis de nouveau longitudinale et ainsi de suite.

Prenons la série des formes successives, en commençant par le genre Libellus et en finissant par le groupe Okedenieae, série qui, comme nous l'avons vu, peut être considérée avec grande probabilité comme représentant une série phylogénétique et où le rythme dans le changement continuel du plan de division de groupe en groupe est exprimé avec beaucoup de clarté. Nous y constatons que, tandis que la division de la cellule se fait dans tous les membres de la série invariablement dans le sens longitudinal et toujours suivant un plan parallèle aux valves, la direction du plan de division des chromatophores varie continuellement, cette division se faisant tantôt transversalement, c'est-à-dire dans un plan vertical à l'axe longitudinal de la cellule, tantôt longitudinalement, devenant encore une fois transversale, pour redevenir longitudinale ; et, dans la division longitudinale, le plan d'après

---

avance de la division de la cellule que, lorsque la cellule-mère ne s'est point mise encore à la division, elle contient déjà le chromatophore de la future cellule-fille.

Si donc les chromatophores étaient des organes de la cellule, nous serions forcés d'admettre cette absurdité : qu'un organe de la cellule apparaît avant la cellule elle-même. Un pareil phénomène ne saurait avoir lieu que dans le cas où les chromatophores représenteraient des organismes indépendants s'étant introduits du dehors dans la cellule incolore, c'est-à-dire s'ils étaient des symbiontes.

J'ajouterai que je suis arrivé à cette manière de voir concernant les deux plaques des Surirellées tout à fait indépendamment de ma théorie de Symbiogenèse (origine des plantes et des animaux par voie de symbiose) et bien avant que celle-ci n'ait été créée.

lequel celle-ci a lieu est tantôt paralèlle aux valves, tantôt parallèle à la face zonale (voir p. 305 de l'ouvrage russe).

Quel est le sens de ces faits, que signifie cette constance dans la direction du plan de division de la cellule en même temps que cette variabilité dans la direction de la division des chromatophores ? Que signifie cette différence dans la manière dont se comportent les deux constituants des diatomées ?

Cela signifie que les chromatophores des diatomées ont si bien conservé encore leur individualité et leur indépendance de la cellule et du noyau qu'ils se trouvent, dans leur acte de division, affranchis dans une large mesure de la cellule. De même que, dans le cas n° 1, nous avons pu constater l'indépendance des chromatophores par rapport au moment de la division de la cellule, de même nous constatons ici leur indépendance par rapport à la direction de la division cellulaire. Les chromatophores se divisent, jusqu'à une certaine mesure, quand et comme il leur plaît, sans égard au temps et au processus de la division de la cellule qu'ils habitent. Mais pour pouvoir agir ainsi il faut que les chromatophores soient des symbiontes et non pas des organes ou organoïdes de la cellule.

3. Le troisième ordre de faits servant à indiquer le caractère indépendant des chromatophores — peut-être le plus important de tous — est celui que nous présente la loi des grains.

En effet, nous voyons que, d'après cette loi, la cellule de la diatomée peut diminuer sa taille tant qu'elle veut, mais que les grains de l'endochrome n'y font aucune attention, restant tout aussi grands qu'avant, ou bien s'ils diminuent leur volume cette diminution se fait beaucoup plus lentement que celle de la cellule elle-même et ne va que jusqu'à une certaine limite au-dessous de laquelle les grains ne diminuent plus du tout.

Que le lecteur veuille bien jeter encore une fois un coup d'œil sur la figure 140 de la page 259 (de l'ouvrage russe) qui représente sous forme d'un diagramme ce rapport entre le volume des grains et la taille de la cellule des diatomées devenant graduellement de plus en plus petite ; il pourra y voir avec évidence l'indépendance des chromatophores et de la cellule exprimée sur la figure par l'indépendance des colonnes blanches et celles coloriées en colonnes noires [1]. La diminution de la taille de la diatomée peut aller bien loin (colonnes noires), mais les grains n'y ont cure ; que la taille de la cellule augmente ou diminue, cela leur semble être indifférent et leur taille reste toujours à peu près (quelquefois même absolument) la même comme avant.

Nous voyons donc les chromatophores se comporter non pas comme des organes d'un organisme compliqué quelconque qui s'amoindrissent proportionnellement avec la diminution de taille de l'organisme lui-même, mais bien plutôt comme des unités individuelles dont ces organes sont composés ; les chromatophores rappellent sous ce rapport plutôt les cellules des organismes supérieurs que leurs organes. Une petite souris ou un colibri ont aussi leur cœur, leur cerveau, leurs yeux proportionnellement petits, mais la taille des cellules de ces animaux nains, qui représentent les individualités élémentaires dont ces organes sont composés, ne diminuent pas dans la même proportion (*Rabl* [2], *Amelung* [3]) et parfois ne diminuent même pas du tout [4]. Encore tout récemment, *Boveri* [5], en examinant les cellules des divers tissus chez des géants et des nains n'a pu constater aucune différence dans la taille des cellules, quoique le volume de leurs organes variait sensiblement.

Et c'est exactement de la même manière que se comportent les chromatophores par rapport à la variation de la taille de la cellule qu'ils habitent.

---

[1] Les premières représentent la taille des grains, les secondes la taille de la diatomée.

[2] Rabl (C.), Ueber den Bau und Entwicklung der Linse. III. Zeitschrift f. wiss. Zoologie. Bnd. LXVII. 1899 (cité d'après Boveri).

[3] Amelung (A.), Beziehungen Zwischen dem Volumen der Zellen und dem Volumen der Pflanzenorgane. Dissert. Würzburg. 1893 (id.).

[4] Il en est de même par rapport aux plantes : une toute petite plante a des racines tout à fait insignifiantes comparées aux racines d'un chêne, mais les cellules sont à peu près de la même taille chez les deux.

[5] Boveri (Th.), Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. Iena. 1904, p. 94.

Enfin, si l'analogie dont j'ai fait allusion plus haut (voir p. 325 de l'ouvrage russe) entre l'alternation du plan de division des chromatophores chez les diatomées et la même alternation du plan de division que présentent certaines algues et aussi les cyanophycés dans leur acte de multiplication peut être soutenue, et si les deux genres de phénomènes sont non seulement analogues mais, comme je le suppose, homologues, nous aurions dans la loi de l'alternation du plan de division un indice de plus en faveur du caractère indépendant des chromatophores.

CHAPITRE IX

Preuves secondaires.

Lorsque en ouvrant la porte d'une chambre vous voyez, assise dans un fauteuil, une dame de vos connaissances, avec des gants gris-perle, devant une tasse de chocolat, tenant d'une main un mouchoir en dentelle exhalant un parfum de violette, son parfum de prédilection, et de l'autre le nouveau roman dont elle vous a dit tant de bien l'autre jour, vous avez une assurance absolue de la présence de cette dame dans la chambre. Elle y est.

Mais lorsque, ne trouvant personne dans la chambre, vous sentez un tendre parfum de violette que vous savez être le parfum favori de cette dame ; lorsque vous voyez traîner sur la table son mouchoir brodé qui exhale ce parfum et, à côté, un gant gris-perle ; lorsque, sur le guéridon, vous voyez une tasse avec au fond des traces de chocolat et sur le fauteuil le fameux volume du roman tant vanté, vous avez là un complexe d'indices qui, pris isolément, ne disent rien, mais dans leur ensemble peuvent vous donner absolument la même certitude d'un séjour que votre amie vient de faire dans cette chambre, comme si vous l'aviez vue en personne. Elle y était.

C'est ce qu'en jurisprudence on appelle des évidences cumulatives qui parfois suffisent pour conduire un homme à l'échafaud.

Ce sera une série de pareilles petites évidences tendant à démontrer que les chromatophores sont des organismes extérieurs à la plante dans laquelle ils vivent en qualité de symbiontes que nous allons examiner dans ce chapitre.

1. Action de l'acide fluorhydrique (H Fl.).

Fischer[1] a fait l'expérience suivante. Il a placé des cyanophycés dans l'acide fluorhydrique et, après les avoir laissées dans ce liquide pendant un certain temps, assez considérable, il a pu constater qu'elles n'avaient subi aucun changement. L'acide fluorhydrique n'a pas de prise sur les cyanophycés.

Après cela, il a placé dans le même liquide des algues vertes et les y a laissées pendant le même espace de temps que les cyanophycés. Les ayant examinées après cela sous le microscope, il a pu constater que le plasma et le noyau des cellules de ces algues avaient presque complètement disparu ayant été dissous par l'acide, tandis que les chromatophores s'étaient conservés intacts n'ayant subi aucun changement appréciable. L'acide fluorhydrique n'a pas de prise sur les chromatophores.

Il a répété cette expérience avec des feuilles de mousses et d'autres plantes toujours avec le même résultat : tout dans leurs cellules disparaissait au bout de quelque temps, sauf les chromatophores qui restaient absolument intactes.

Nous avons vu plus haut (chapitres III et IV) qu'au point de vue de la morphologie, de la structure et de la physiologie, les cyanophycés étaient identiques aux chromatophores. Les expériences de *Fischer* avec l'action de l'acide fluorhydrique contribuent à augmenter encore cette ressemblance, en montrant que ces deux corps sont identiques au point de vue chimique aussi.

---

[1] Fischer (A.), Die Zelle der Cyanophyceen. Botanische Zeitung, I Abth. 1895, pp. 51-130.

Il n'est pas facile à comprendre comment *Fischer*, voyant les chromatophores se comporter devant ce réactif d'une façon si manifestement identique avec les cyanophycés, n'a pas été amené ne fût-ce qu'à poser la question de leur identité. Il n'y a, évidemment, pas même pensé.

2. POSITION DES CHROMATOPHORES.

Si les chromatophores sont des organismes indépendants qui se sont introduits dans la cellule de la plante, ils doivent nécessairement occuper dans la cellule une place à côté du noyau et ne peuvent jamais contenir à leur intérieur ni le noyau ni aucune partie du plasma cellulaire. En d'autres termes, les chromatophores doivent représenter des corps solides et ne peuvent avoir la forme d'une sphère creuse qui renfermerait à son intérieur une partie de la cellule, comme *Fischer* se représentait les chromatophores des cyanophycés (voir chapitre II). Un seul fait de cette nature bien démontré porterait un coup mortel à ma théorie.

Mais si les chromatophores sont des organes, s'ils représentent des portions différenciées du plasma cellulaire, rien ne s'opposerait à ce qu'ils prennent aussi la forme d'une sphère creuse.

Que nous disent les faits ? Les faits sont précisément tels que l'exige la théorie de symbiose : les chromatophores ne représentent jamais des sphères creuses, ce sont toujours des corps solides disposés à côté du noyau et ne le renfermant jamais.

3. TAILLE DES CHROMATOPHORES.

En examinant les variations de taille des granules d'amidon, nous voyons que ceux-ci varient à l'infini depuis un point à peine perceptible jusqu'aux plus grandes dimensions.

Si les chromatophores étaient des organes ou organoïdes formés par la cellule même, comme le sont les grains d'amidon, on devrait s'attendre à voir leur taille varier dans la même mesure et à trouver des chromatophores de toutes les dimensions. Or, en réalité, nous voyons que leur taille ne descend jamais au-dessous d'un certain minimum suffisamment élevé pour pouvoir les distinguer facilement sous le microscope, même à un grossissement ordinaire ou moyen.

Leur taille ne descend pas au-dessous de celle des plus petits cyanophycés. Sous ce rapport encore les chromatophores ne se comportent pas comme des organes ou organoïdes, mais bien plutôt comme des organismes venus du dehors.

4. Symbiose virtuelle des Cyanophycés.

J'affirme que les chromatophores ne sont que des cyanophycés qui se sont introduits dans le plasma d'une cellule pour y vivre en symbiose.

En affirmant cela, je dois admettre que les cyanophycés ont réellement la faculté de s'introduire dans l'intérieur des cellules pour continuer à y vivre. Est-ce une simple supposition de ma part, me demandera-t-on, ou bien est-ce un fait que je puis démontrer ?

Ma théorie gagnerait beaucoup si je pouvais démontrer que ce n'est pas là une supposition mais un fait réel et qu'en fait, les cyanophycés peuvent s'introduire dans des cellules et vivre dans le plasma de celles-ci en qualité de symbiontes.

Nous avons vu (chapitre I^{er}) qu'il y avait des raisons suffisantes pour ne pas considérer les chromatophores comme des organes de la plante, mais comme des organismes indépendants venus du dehors. Nous avons trouvé (chap. II, III, IV) quels étaient ces organismes, que c'étaient des cyanophycés. Il nous manque encore un chaînon dans le cycle de démonstration de cette vérité : la preuve que les cyanophycés entrent effectivement en symbiose de ce genre.

De pareils faits nous sont connus. Nous avons d'abord un rhizopode, le Paulinella chromatophora [1], qui, comme l'indique son nom, renferme dans son plasma un cyanophycé qui y vit constamment, rappelant à s'y méprendre les chromatophores des plantes. Si la couleur vert bleuâtre, caractéristique des cyanophycés, était changée en vert pur (couleur d'herbe) il n'y aurait aucune raison pour ne pas y voir des véritables chromatophores, et c'est ainsi aussi que *Doflein* [2] les appelle. Un cas analogue nous est présenté par le Cyanomonas americana *Davis* [3], un flagellé renfermant à son intérieur un cyanophycé. Des Oscillariées ont été observées vivant dans les tissus de certaines éponges [4]. Enfin, nous avons le cas extrêmement curieux d'un cyanophycé, le Richelia intercellularis *Schm.* [5], qui, s'étant introduite à l'intérieur d'une diatomée pélagique, le Rhizosolenia styliformis, s'y est établie en qualité de symbionte. On se demande comment ce cyanophycé a pu s'y introduire, car, comme on le sait, une diatomée est entourée de toute part d'une membrane solide silicieuse sans présenter aucune ouverture. Cela n'a pu se faire évidemment qu'au moment de la formation des auxospores, et encore ne voit-on pas bien par quel moyen le cyanophycé a pu pénétrer à l'intérieur des auxospores qui ne possèdent pas de mouvements amoeboïdes et n'englobent pas des corps étrangers. Mais une fois introduite, elle y est restée en se multipliant et se transmettant de génération en génération. Ce cas nous montre combien il arrive facilement que les cyanophycés s'introduisent dans des cellules pour y vivre en symbiose même, dans des conditions aussi peu favorables que celles que nous présentent les diatomées [6].

---

[1] Lauterborn (R.), Protozoenstudien. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bnd. 59. 1895.

[2] Doflein (F.), Lehrbuch der Protozoenkunde. 4e édition, p. 740.

[3] Cité d'après Oltmanns, Morphologie und Biologie der Algen. 1904.

[4] Buchner (P.), Studien an intracellularen Symbionten. I. Archiv für Protistenkunde. Bnd. 26. 1912, p. 107.

[5] Ostenfeld og J. Schmidt, Plankton from the Red Sea and the Gulf af Aden. Vidensk. Meddel. fra den naturh. Forening in Kbhvn. 1901.

[6] Je signalerai ici le fait extrêmement curieux d'un cyanophycé, l'Anabaena cycadeae; quoique ne vivant pas à l'intérieur des cellules, mais

5. Symbiose facultative.

Nous connaissons toute une série d'organismes tels que les Chloramoeba, les Rhizochrysis, les Chrysarachnion [7], qui, quoique renfermant un ou plusieurs chromatophores jaune, vert ou brun, ne sont au fond que des amibes ou des rhizopodes pouvant parfois aussi prendre l'aspect d'un flagellé. Mais comme le mode de nutrition de ces êtres ambigus est en même temps autothrophe, ce sont des plantes et des plantes dont la nature symbiotique apparaît ici avec une clarté et une évidence toutes particulières.

On y voit encore avec toute la netteté voulue que le substratum de ces organismes est un animal, une amibe ou rhizopode, ou bien encore un flagellé, car nous voyons par moment cette amibe émettre à l'une des extrémités du corps un flagellum et nager librement comme un flagellé. Le plus souvent, cependant, tous ces organismes se meuvent tout à fait comme des rhizopodes, ils possèdent aussi une vacuole contractile pulsatile, et se nourrissent comme des animaux en englobant

---

dans les espaces intercellulaires des racines des Cycadées, cet organisme représente un cas qui mérite notre attention, car il démontre combien grande est la tendance des cyanophycés d'entrer en relations symbiotiques avec toutes sortes d'organismes. « The Anabaena, having chosen their home in the nodule (des racines), are very soon surrounded by the nitrogen-fixing bacteria, one of which, Azotobacter, entered the lenticels, like the Anabaena, whilst the other, Pseudomonas radicicola, was already established, and was indeed the primary cause of the tubercle formation. There is thus in the algal zone a wonderfull symbiotic community consisting of an organism capable of obtaining its energy from the sun (le cyanophycé) and manufacturing carbo-hydrate food material, not only for its own wants, but also sufficient to supply the source of energy to the Bacteria, which in their turn supply the nitrogenous material available to the Alga ; and all three find a habitat in the Gymnospermous plant, which undoubtedly benefits in its turn from the products of the metabolic activities of these organisms. » — Spratt (E.), Some Observations on the Life-history of Anabaena cycadeae. Annals of Botany. 25. 1911, p. 377.

On connaît encore un Anabaena azollae vivant dans les feuilles des Azolla et un Nostoc associé au thalle des hépatiques Anthoceros et Blasia.

[7] Klebs (G.), Flagellatenstudien. Zeitschr. für wissenschaftliche Zoologie. Bnd. 55. 1893, p. 265.

des substances organiques, des bactéries, des petites algues, des cyanophycés [1].

Mais en même temps ce sont des plantes, des algues vertes ou brunes, car ils possèdent un ou plusieurs chromatophores qui les nourrissent aussi. Ce sont des plantes-animaux, une symbiose qui vient de se former tout récemment et où par conséquent la nature animale de l'un des composants qui constituent la symbiose n'a pas encore eu le temps de s'effacer. Ce sont des plantes en voie de formation, des animaux en train de se transformer en plantes.

Pour se multiplier, ces êtres hybrides se divisent et alors il arrive une chose tout à fait extraordinaire : une des moitiés de la cellule divisée peut être privée de chromatophores. Ordinairement les chromatophores se répartissent dans les deux moitiés, mais il arrive, dans certains cas, qu'ils passent tous dans l'une des moitiés, l'autre en étant complètement dépourvue. Cette dernière continue alors à vivre en animal, elle se nourrit exclusivement de substances organiques et en se multipliant produit une génération incolore [2]. Une plante-animal en se divisant peut ainsi se transformer en partie en plante, en partie en animal !

La nature, en créant ces êtres bizarres, semble avoir voulu nous donner une démonstration *ad oculos* de la nature symbiotique de la plante et nous enseigner comment le monde végétal a pris naissance. En observant ces êtres, nous assistons à cette naissance.

N'est-il pas étonnant que ces faits, qui cependant sont connus déjà depuis des années (depuis 1893) et qui ont une si grande importance pour la connaissance de l'origine et de l'évolution du monde organique, n'ont point attiré l'attention du monde des savants qui semblent, jusqu'à ce jour encore, ignorer leur haute signification. C'est là encore un de ces cas qui démontrent que voir et concevoir sont deux choses bien différentes.

---

[1] Pascher (A.), Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten. Archiv für Protistenkunde. Bnd. 36. 1915 ; Bnd. 37. 1917.

[2] Voir surtout Pascher, Arch. f. Protistenkunde. Bnd 37. 1917, pl. 2, fig. 5.

Allons-nous donc continuer à rester aveugles et persister à ne pas voir ce que la nature nous indique du doigt avec tant de clarté ?

6. Critique de Strasburger [1].

Je considère la critique de *Strasburger* de ma théorie de symbiose des plantes comme une des petites preuves secondaires de sa véracité.

Strasburger me reproche de ne pas avoir pris en considération le fait que tout chromatophore provient d'un leucoplaste et que ce dernier n'a rien qui rappelle un cyanophycé.

Cette objection est basée sur deux erreurs, une erreur de faits et une erreur de logique.

Il n'est pas exact de dire que tous les chromatophores prennent naissance des leucoplastes. Chez les phanérogames, oui ; mais chez les cryptogames, non. Les algues ne connaissent pas de leucoplastes ; leurs chromatophores apparaissent toujours sous forme de chloroplastes.

Ensuite c'est une erreur de logique que de vouloir comparer les cyanophycés avec les leucoplastes avec lesquels elles ne présentent en effet que peu de ressemblance. Ce n'est pas avec ces représentants des chromatophores les plus éloignés du type originaire qu'il faut comparer les cyanophycés, mais au contraire avec les chromatophores les plus primitifs, ceux des plantes inférieures, des algues notamment.

Si *Strasburger* s'était posé la question de l'évolution des chromatophores et s'il avait eu en vue la série des types que j'ai établie à la page 41 de cet ouvrage (figure 4), il n'aurait pas commis l'erreur logique de comparer les cyanophycés avec le dernier membre de la ligne d'évolution des chromatophores, les leucoplastes ; il aurait choisi plutôt pour terme de comparaison le premier membre, les chromatophores des algues avec leur pyrénoïde. Et alors, au lieu d'arriver à la conclusion erronée que la différence entre les chromatophores et les cyanophycés est grande, il serait arrivé au contraire à la conclusion que cette différence est nulle, comme je l'ai démontré au chapitre III.

---

[1] Dans : Progressus Rei Botanicae, vol. I. 1906.

La critique de *Strasburger* — et c'est la seule que je connaisse — étant privée de tout fondement, peut donc être considérée comme nulle et non avenue.

Or, si un savant de la valeur de *Strasburger* n'a pas pu réussir à réfuter ma théorie de symbiose, je puis en toute sécurité admettre que cette théorie est irréfutable.

CHAPITRE X

Plastides et Mitochondries.

La question des rapports qui existent entre les plastides et les mitochondries est d'une si grande importance pour ce qui regarde ma théorie de symbiogenèse [1] et de la plante comme complexe symbiotique, qu'il me paraît nécessaire de l'examiner ici un peu de plus près.

C'est une question vitale pour ma théorie, car si l'on parvenait à démontrer que toutes les mitochondries, aussi bien celles du règne animal et végétal que celles du règne mycoïde, sont de même nature et ont la même origine, et que les plastides prennent leur origine de ces mitochondries uniques, non seulement ma théorie de la nature symbiotique des plantes mais aussi ma théorie des deux plasmes et par suite toute ma théorie de symbiogenèse tomberait en ruine [2].

Les savants se sont groupés aujourd'hui en deux camps distincts et nettement opposés pour ce qui concerne l'interprétation des faits relatifs aux mitochondries et à leurs relations avec les plastides. D'une part nous avons des auteurs tels que *Rudolph* [1], *Scherrer* [2], *Sapěhin* [3], *A. Meyer* [4], *Mottier* [5] qui, par leurs recherches, ont été conduits à admettre « que les plastides ne résultent pas de la différenciation des mitochondries et que mitochondries et plastides sont des formations absolument indépendantes qui se superposent dans la cellule végétale. Selon ces auteurs, il y aurait lieu de distinguer dans le cytoplasme de la cellule végétale deux catégories d'éléments : 1° les plastides depuis longtemps connus, mais dont les formes juvéniles n'avaient pas été bien mises en évidence parce que jusqu'ici l'on ne connaissait pas les méthodes permettant leur différenciation ; 2° les mitochondries analogues aux mitochondries des cellules animales, dont la signification est encore absolument inconnue. Ces deux éléments auraient des caractères histo-chimiques semblables. Dans les méristèmes, les plastides présenteraient des formes en grains, en bâtonnets ou en filaments absolument analogues à celles des mitochondries. Aussi serait-il difficile de les distinguer, ce qui explique qu'on ait pu les confondre ; mais, lorsque les tissus se différencient, les plastides et les mitochondries évoluent d'une manière tout à fait différente sans concourir à la formation des plastides.

---

[1] Biologisches Centralblatt, 1910.

[2] En grande partie du moins, car les mitochondries elles-mêmes pourraient bien être, en partie, des symbiontes, quoique cela ne me paraisse guère vraisemblable.

Les plastides grossissent et se transforment en amyloplastides ou chloroplastides typiques, tandis que les éléments du chondriome conservent leur caractère primitif. Cette opinion s'appuie sur un argument dont on ne saurait nier l'importance, sur l'évolution des chloroplastides dans les Muscinées. En effet, *Scherrer* et *Sapěhin* ont constaté que, dans les Muscinées, les chloroplastides persistent avec leur chlorophylle pendant tout le développement de la plante. Ils se transmettent par division de la plante mère à l'œuf et de l'œuf à l'embryon. Or ces auteurs ont observé en même temps dans les cellules des Muscinées des mitochondries qui évoluent parallèlement aux chloroplastides.

---

[1] Rudolph (K.), Chondriosomen und Chromatophoren. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. 1912, p. 605.

[2] Scherrer (A.), Die Chromatophoren und Chondriosomen von Anthoceros. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1913, p. 493, et ; Untersuch. über den Bau und die Vermehrung der Chromatophoren und das Vorkommen von Chondriosomen bei Anthoceros. Flora. 1914, p. 1.

[3] Sapehin (A.), Ein Beweis der Individualität der Plastiden. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. v. XXXI. 1913, p. 321 et Arch. f. Zellforsch. 1913

[4] Meyer (Arthur), Ber. d. D. Bot. Ges. 1916.

[5] Mottier (D.), Chondriosomes and the Primordia of Chloroplasts and Leucoplasts. Annals of Botany. 32. 1918, p. 91.

Cette théorie vient d'être reprise tout récemment (1918) par *Mottier*. L'auteur a pu vérifier dans les Muscinées les résultats de *Scherrer* et *Sapěhin* et s'est attaché à démontrer que l'on retrouve dans les Phanérogames la même indépendance des mitochondries et des plastides. C'est ainsi que dans la radicule de pois qu'il a choisie comme objet d'étude, M. *Mottier* observe dans le méristème deux catégories d'éléments : des éléments ayant la forme de chondriocontes allongés qui évoluent ensuite en amyloplastides et qui représentent ce que l'auteur appelle les *primordia* des plastides, et des mitochondries présentant l'aspect de grains ou de petits bâtonnets, se distinguant seulement des primordia des plastides par leurs formes plus courtes et plus minces. Ces mitochondries ne concourent pas à la formation des plastides, elles persistent dans la cellule après la différenciation des plastides. Mitochondries et plastides présentent les mêmes réactions histo-chimiques et se multiplient par division [1]. Les deux éléments sont pour *Mottier* des éléments constitutifs du cytoplasme, jouant un rôle dans l'hérédité, mais évoluant séparément [2]. »

Telle est l'une des théories.

L'autre camp est représenté surtout par *Guilliermond* [3] autour duquel viennent récemment se ranger encore *Cowdry* [4] et *Alvarado*[1]. D'après *Guilliermond* la différence dans la taille des éléments mitochondriaux, qu'on observe chez les Phanérogames et sur laquelle *Mottier* se fonde pour distinguer les vrais mitochondries ou chondriocontes des primordia, n'existe pas, les mitochondries pouvant être de toutes les dimensions, et cela dans les trois règnes — végétal, animal et mycoïde — également[2]. Non seulement la variabilité dans les dimensions des mitochondries, mais aussi la forme et les réactions chimiques sont partout les mêmes. *Guilliermond* ne nie pas l'existence de différenciation que subissent les éléments du chondriome tant par rapport à leur morphologie qu'aux réactions chimiques qu'ils présentent, mais il affirme que cette différenciation est la même ou du même genre dans les deux règnes — végétal et animal. Tous les faits qui s'y rapportent convergent, dit l'auteur, à démontrer que la forme granulaire et la forme filamenteuse du chondriome sont, dans les deux règnes, deux états différents des mêmes organites et qu'il est impossible de ne pas leur attribuer la même nature et la même signification. « Que, dans les Muscinées, qui constituent un cas très particulier par suite de la présence constante de la chlorophylle et où les chloroplastides persistent durant la vie entière de la plante [1], il y ait une variété spéciale d'éléments mitochondriaux sous forme de chloroplastides, indépendants des autres et évoluant parallèlement avec les autres éléments du chondriome, le fait nous paraît démontré à la suite des résultats convergents de *Scherrer*, *Sapěhin* et *Mottier* ; mais on ne saurait nullement généraliser [2] et en conclure qu'il en est de même dans les Phanérogames [3]. » On peut donc affirmer, dit l'auteur, qu'il n'y a aucune différence entre les mitochondries qui donnent naissance aux plastides dans la cellule végétale et les mitochondries de la cellule animale [4].

---

[1] D'après SCHERRER les mitochondries ne se divisent jamais. C. M.

[2] GUILLIERMOND (A.), Sur l'origine mitochondriale des plastides. Annales des Sc. nat. Botanique, X sér., T. I, 1919, p. 226.

[3] Voir la liste de ses ouvrages, concernant cette question, *l. c.*, p. 229.

[4] COWDRY, A Comparison of Mitochondria in Plant and Animal Cells. Biological Bulletin, december 1917.

---

[1] ALVARADO. Plastosomas y leucoplastos en algunas Fanerogamas. Trabajos del Laboratorio de Investigaciones biologicas de la Universidad de Madrid. T. XVI. 1918.

[2] Ceci cependant ne se trouve être confirmé que d'une façon imparfaite par les figures que l'auteur nous donne. Ainsi les figures A et C (courge, haricot) de la page 236 laissent parfaitement reconnaître deux groupes de mitochondries très distincts par leurs dimensions (tout à fait comme dans les figures de *Mottier*). Il en est de même pour ce qui concerne les fig. 10-15 de la pl. 14 (Ricinus).

Je dirai même plus : la fig. 10 de la p. 241 (Elodea canadensis) que nous donne *Guilliermond,* censée démontrer sa théorie, présente pour moi au contraire une confirmation éclatante en faveur de la manière de voir de *Mottier*. On y voit distinctement deux espèces de chondriosomes (A, B), les allongés, qui sont les primordia de *Mottier* et qui se transforment graduellement (C, D, E) en chromatophores, et les racourcis, les vrais mitochondries, qui restent invariables. Ceux-ci ne sont probablement que des produits du métabolisme.

C'est toujours l'erreur fatale de *Guilliermond* que *Mottier* lui reproche : de confondre deux éléments distincts. Ils sont distincts par leurs dimensions et *surtout* par le fait que les uns se transforment en chromatophores les autres non. Ceux qui ne se transforment pas sont et restent petits dans les plantes; dans les animaux et dans les mycoïdes ils peuvent être allongés, mais, petits ou allongés, c'est, dans les animaux et les champignons, toujours la même chose, car ils ne donnent pas naissance à des corpuscules ayant la faculté de produire des synthèses organiques. Et c'est là le nœud de toute la question, l'essence profonde qu'aucun des auteurs, traitant cette question, ne voit.

L'auteur termine son article en disant : « L'origine mitochondriale des plastides est donc un fait absolument démontré. »

D'autre part, *Mottier* nous affirme que c'est au contraire l'indépendance des plastides et des mitochondries qui est absolument démontrée.

---

[1] Ne voyons-nous pas exactement le même phénomène se reproduire chez les algues aussi, où les chromatophores se transmettent, avec leur chlorophylle, de génération en génération.

[2] Pourquoi pas ? et les algues !

[3] On oublie toujours, dans cette question, les leucoplastides des œufs dans les Phanérogames qui dérivent des chloroplastides et à leur tour leur donnent naissance. Il y a donc ici aussi indépendance des plastides.

[4] Il doit bien cependant y avoir une différence, car les premiers donnent naissance à des corpuscules capables de synthétiser les substances inorganiques en substances organiques, hydrocarboniques aussi bien qu'albuminoïdes (comme je viens de le montrer dans le chapitre IV de cet ouvrage [Ire Partie]), tandis que les mitochondries animales, ni tout ce qui peut en dériver, ne possèdent pas cette faculté. M. *Guilliermond* devra bien convenir que c'est là une différence de la plus haute importance qu'il ne manquera pas certainement, dans son prochain ouvrage sur cette question, de prendre en considération, d'autant plus que, comme il le dit lui-même (p. 225), « la question de la nature et de la signification physiologique du chondriome exige l'étude comparative de la cellule végétale et de la cellule animale. »

Je dirais même plus : on ne parviendra jamais à bien comprendre la signification de tous ces phénomènes tant qu'on ne se placera pas au point de vue de ma théorie de symbiogenèse (Biolog. Centralblatt. 1910).

Comme on a pu le voir de l'exposé de ces deux doctrines, en réalité rien n'est absolument démontré. Au contraire, la question, pour ce qui concerne les plantes supérieures, reste ouverte et attend de nouvelles et nombreuses recherches, car elle est plus compliquée qu'elle ne paraît.

La seule chose qui est vraiment démontrée, c'est qu'il existe un groupe de plantes : les Muscinées (et j'ajouterai : les Algues aussi, donc, en résumé, toutes les plantes inférieures), où les chromatophores sont absolument indépendants des mitochondries et ne dérivent sûrement pas de celles-ci. Et cette seule chose certaine confirme justement mes théories. Tout le reste est incertain et ne peut servir ni pour, ni contre.

Attendons donc de nouvelles recherches.

Mais tout en admettant que la question des rapports existant entre les mitochondries et les plastides n'est point encore définitivement éclaircie, je me permettrai d'attirer l'attention des lecteurs sur les faits suivants, bien constatés et que M. *Guilliermond* ne voudra et ne pourra certainement pas contester :

1° Que dans les algues les chromatophores se transmettent de génération en génération par continuité directe sans jamais perdre leur caractère de chromatophores, c'est-à-dire sans cesser pour un instant d'être des plastides coloriées et pourvues de chlorophylle, sans jamais se transformer en mitochondries. Les mitochondries des algues — s'il y en existe — n'ont donc rien à faire avec les plastides, les deux éléments étant absolument indépendants l'un de l'autre et de nature tout à fait différente ;

2° Que dans les Muscinées il en est de même[1], ce que *Guilliermond* admet d'ailleurs lui-même ;

3° Que dans les Phanérogames la continuité des plastides, par l'intermédiaire des leucoplastides, a été constatée dans un grand nombre de cas par toute une série d'observateurs, en commençant par *Schimper*, — fait que M. *Guilliermond* ne contestera pas, sans doute, non plus ;

---

[1] Et, si ma mémoire ne m'abuse (je n'ai plus le temps de le vérifier), il en est de même dans certains Ptéridophytes.

4° Que dans les Phanérogames les mitochondries se laissent facilement distinguer en deux catégories par : *a)* leurs dimensions, et surtout *b)* par le fait que les unes donnent naissance à des corpuscules ayant la propriété de synthétiser les substances organiques, les autres ne possédant pas cette propriété ;

5° Que ni dans le règne animal ni dans celui des mycoïdes cette distinction entre les deux catégories de mitochondries n'existe pas, car ni dans l'un ni dans l'autre de ces deux règnes il n'apparaît jamais de corpuscules capables de produire la synthèse organique.

Je le répète : tous ces faits, du n° 1 au n° 5, sont bien constatés, bien établis, et M. *Guilliermond* ne peut les contester.

Peut-on tirer quelque conclusion de ces faits ?

Cela dépend du genre de logique de celui qui les considère.

Ma logique à moi me dit que : puisque dans les plantes inférieures, qui représentent les choses dans leur état originaire, les plastides ne dérivent pas des mitochondries[1], les mitochondries sont tout autre chose que les plastides.

On peut donc prévoir que les recherches futures démontreront :

1° Que dans les plantes le chondriome se compose de deux éléments distincts : *a)* les primordia et *b)* les mitochondries ;

2° Que dans les animaux et les champignons il n'y a qu'un seul élément, les primordia n'y existant pas.

CHAPITRE XI

Conclusion.

§ 1. — *Récapitulation.*

Nous venons de passer en revue dans les chapitres précédents une longue série de preuves, de valeur inégale, qui toutes tendent à démontrer qu'une plante est une symbiose.

---

[1] Et, n'oublions pas, en partie dans les Phanérogames non plus.

Nous avons vu dans le I^er^ chapitre que les chromatophores qui, au cours de l'ontogénie de la plante, n'apparaissent jamais à neuf, ne pouvaient représenter des organes de la plante, que c'étaient donc des organismes introduits du dehors, car aucune autre alternative, à part ces deux là, ne saurait exister.

D'autre part, en examinant dans le chapitre II la structure des cyanophycés, en donnant à celle-ci une juste interprétation, nous sommes arrivés à la conclusion qu'aucune des différentes parties de la cellule des cyanophycés que des auteurs croyaient pouvoir interpréter comme chromatophores ne pouvaient l'être, qu'en d'autres termes les cyanophycés ne possédaient pas de chromatophores. Mais comme ces organismes sont néanmoins doués de chlorophylle et qu'il doit y avoir par conséquent un porteur de ce chlorophylle, un chromatophore, la logique nous avait conduit à admettre que les cyanophycés étaient elles-mêmes, dans leur totalité des chromatophores ; ce qui revient à dire que les chromatophores pouvaient vivre à l'état libre, qu'ils n'étaient autre chose que des cyanophycés vivant à l'intérieur des cellules végétales.

Ainsi, après avoir démontré que les chromatophores ne pouvaient être des organes, mais que c'étaient des organismes indépendants, nous avons trouvé que ces organismes n'étaient autres que des cyanophycées.

Il ne restait plus que de démontrer que la structure et la physiologie des cyanophycés ainsi que la structure des chromatophores étaient identiques. C'est là ce dont s'occupent les chapitres III et IV. Le premier nous montre que si l'on prend pour terme de comparaison les chromatophores primitifs, ceux des algues, on ne trouve, sauf dans l'absence de la membrane, aucune différence entre ces deux corps, leur structure intérieure aussi bien que leur morphologie extérieure étant identiques. Et nous nous sommes assurés que l'absence d'une membrane ne pouvait être un obstacle à ce rapprochement. Pour ce qui concerne les propriétés physiologiques, très caractéristiques pour les cyanophycés (assimilation du CO^2, synthèse des albuminoïdes, reproduction asexuelle), nous avons pu constater que toutes ces propriétés se retrouvent également chez les chromatophores.

Ainsi, après avoir montré que les chromatophores doivent être des cyanophycés, nous avons démontré qu'ils le sont réellement. Donc plus de doute possible : la plante est une symbiose des cellules incolores et des cyanophycés verts.

Après avoir mis ainsi au clair ce qu'était l'un des symbiontes, les chromatophores, il nous restait à détailler la nature de l'autre symbionte, la cellule incolore de la plante.

C'est ce que nous avons fait dans le chapitre VI traitant de la phylogénie. Ayant examiné la phylogénie très polyphylétique des lichens et comparé celle-ci à la phylogénie des plantes, nous avons vu que la polyphylétie des lichens, étant due à la nature symbiotique de ces organismes, nous autorisait à voir dans la polyphylétie des plantes une nouvelle confirmation de la théorie de symbiose de celles-ci. Les différents groupes des plantes doivent leur origine à des animaux inférieurs, des Infusoires flagellés différemment constitués, tantôt munis d'un seul flagellum, tantôt de deux et alors soit égaux, soit inégaux, tantôt enfin d'une couronne de cils. Ces différents flagellés entraient en symbiose avec des cyanophycés de couleurs différentes tantôt vert, tantôt brun, tantôt rouge, constituant ainsi un nombre considérable de groupes d'algues d'origine indépendante. La plante est donc une symbiose d'un animal et d'un cyanophycé.

Les chapitres VII et VIII nous ont donné de nouvelles preuves à l'appui de cette théorie en montrant le caractère d'indépendance des chromatophores du nucléus ainsi que de la cellule en général. Ils y vivent de leur vie particulière, ne se souciant pas trop de ce que font la cellule ou le nucléus. Ils se comportent bien plutôt comme des étrangers, comme des hôtes venus du dehors, que comme des organes faisant partie intrinsèque de la cellule.

Enfin le chapitre IX nous a donné encore une série de preuves de moindre importance mais qui, prises dans leur ensemble, ne sont pas à dédaigner non plus.

La théorie de la plante comme symbiose me paraît être ainsi bien prouvée et définitivement établie. La nature des chromatophores comme étant des cyanophycés me paraît être démontrée. Ce n'est plus une question à discuter, c'est une vérité scientifiquement prouvée, et qu'on est par conséquent forcé d'accepter.

Ma théorie n'est pas une hypothèse. Au fond ce n'est pas même une théorie, c'est un fait. N'est-ce pas en effet un fait qu'un cyanophycé, en l'absence à son intérieur de chromatophore, est lui-même un chromatophore ? N'est-ce pas un fait que les chromatophores, vu qu'ils ne diffèrent en rien des cyanophycés, sont réellement des cyanophycés vivant à l'intérieur des cellules ? N'est-ce pas un fait que chaque chromatophore dérive d'un chromatophore préexistant et que par conséquent le premier chromatophore a dû venir du dehors ? Or ces trois faits constituent l'essence de ma théorie.

§ 2. — *Valeur de la théorie de symbiose des plantes.*

Dans son grand ouvrage : « Vorträge über Botanische Stammesgeschichte », *Lotsy* dit : « Die Schwierigkeit, welcher wir begegnen, liegt also nicht in der Abtrennung der Lebewesen von der leblosen Welt, sondern in der Sonderung der Lebewesen in Pflanzen und Tiere. Seit uralten Zeiten hat man die Lebewesen in Pflanzen und Tiere eingeteilt, und dieser erste systematische Versuch enthielt bereits den ersten systematischen Fehler. Denn diese erste systematische Einteilung ist, wie sie alsbald sehen werden, falsch : es giebt zwischen Pflanzen und Tieren keine scharfe Grenze. » (Vol. I, p. 1.).

Il n'existe, dit-il, entre les plantes et les animaux pas de limite nette.

Eh bien, tout cela doit changer maintenant, après que j'ai établi la doctrine de la symbiose des plantes et introduit la séparation d'un règne des mycoïdes du règne des plantes.

La distinction entre une plante et un animal n'est plus difficile et la limite entre les deux est nette et distincte. Du moment qu'une plante est une symbiose d'un animal avec des cyanophycés, rien n'est plus simple et plus facile en effet que de reconnaître une plante et de la distinguer d'un animal. Quand il y a symbiose, c'est une plante ; quand il n'y a pas de symbiose, c'est un animal.

Je sais bien qu'ici encore on viendra me faire des objections et tâcher de me confondre en présentant des cas de plantes incolores ayant perdu leurs chromatophores. Mais ce sera là une simple dispute sur des mots privée d'intérêt.

Une diatomée incolore, un Nitszschia putrida, par exemple, est-ce une plante ou un animal ?

Mon Dieu, la réponse est bien simple : morphologiquement c'est une diatomée, une plante ; physiologiquement, c'est un animal. La même réponse sera donnée pour ce qui concerne les Leucophycés (Phycomycètes).

Ou bien encore : Ochromonas et Chloramoeba possèdent des chromatophores, mais en même temps ils englobent des bactéries et d'autres objets organiques dont ils se nourrissent. Sont-ce des animaux ou des plantes ? Et cette fois mon interlocuteur, souriant d'un air malicieux, est sûr de m'avoir confondu. Pas du tout. Je lui répondrai tout simplement que ce sont des animaux en train de se transformer en plantes. Et, si je ne me trompe pas, cette fois, c'est mon interlocuteur qui se sentira confondu.

Mais la valeur de ma théorie de symbiose va bien au-delà d'un simple éclaircissement sur la question concernant les limites entre le règne végétal et le règne animal.

Cette théorie nous jette une vive lumière sur la nature même des plantes et explique toutes les particularités qui les caractérisent et les distinguent si profondément des animaux.

J'ai dit dans la préface que la plante, un arbre par exemple, était un animal dans les tissus duquel vivaient en symbiose des myriades de petits corpuscules verts, des espèces d'algues (cyanophycés). Ce n'est pas une image, ce n'est pas dans un sens figuratif que j'emploie le terme animal. L'arbre est réellement un animal par son origine. C'est un petit infusoire, un flagellé à deux cils qui lui a donné naissance. Et c'est le même infusoire, le même flagellé qui, d'un autre côté, évoluant dans une autre direction, a donné naissance à un véritable animal, tel qu'un lion par exemple.

Comment expliquer que deux êtres aussi semblables comme le sont deux flagellés, en évoluant dans les mêmes conditions, ont pu donner deux lignes qui s'écartèrent à tel point que le résultat en fut l'apparition de deux êtres aussi dissemblables que le sont un lion et un palmier ? Car on ne saurait imaginer une dissemblance plus profonde et plus prononcée que celle qui sépare ces deux êtres.

Au point de vue morphologique on ne trouve aucune homologie dans leurs organes ; pas même d'analogie. Le corps du lion est ramassé, sa surface tout à fait insignifiante par rapport à la masse ; le corps d'un palmier ou à plus forte raison encore celui d'un chêne, est ramifié, découpé au plus haut degrés, sa surface devenant ainsi énorme par rapport à la masse. Le lion a un squelette osseux qui supporte toute la masse plasmatique de son corps. Chez le palmier, pas de trace de squelette. La masse plasmatique semiliquide de la plante retient sa forme grâce à un tout autre principe — le turgor. Chez les plantes herbacées, c'est même le seul soutien de la plante. Les cellules du lion sont nues et massives, solides ; celles des plantes sont recouvertes d'une membrane solide, ne laissant passer que de la nourriture liquide ; elles représentent non pas des masses protoplasmatiques massives mais des vésicules. Le lion se nourrit de chair ; le palmier, de l'eau avec un peu de sels qu'elle renferme en solution, et des substances gazeuses de l'air. Le lion a des muscles, des nerfs ; — le palmier n'en a pas de trace. Le lion est plein d'activité, de volonté féroce, plein de fougue, il jouit, il souffre, il aime ; — le palmier est passif, immobile, ne faisant que légèrement balancer ses feuilles au souffle de la brise du soir ; il est sans mouvement actif, sans désirs, impassible, il est privé de toute vie psychique ou n'en possède que des traces à peine perceptibles, sous forme d'une irritabilité diffuse du plasma et de tropismes qu'il a hérité de ses ancêtres lointains, les infusoires flagellés.

D'où viennent ces différences si énormes et si nombreuses qui distinguent ces deux êtres ? Comment a-t-il pu arriver que deux flagellés identiques vivant dans le même milieu ont donné, l'un un lion, l'autre un palmier ? Quelle en est la raison ?

La raison en est bien simple : un cyanophycé s'était introduit dans l'un de ces flagellés et s'y était établi en qualité de symbionte pour ne plus en sortir, en faisant ainsi d'un animal une plante.

C'est ainsi que ma théorie de symbiose vient jeter une lumière éclatante sur tout le domaine du monde organique ; car c'est seulement à la lumière de ma théorie qu'on arrive à comprendre le sens intime de ces deux mondes si profondément différents — le monde animal et le monde végétal.

En effet, la présence du cyanophycé dans la cellule animale explique à elle seule facilement toutes les différences qui séparent ces deux mondes. Examinons cette question de plus près.

Les cyanophycés étant des organismes qui fabriquent avec la plus grande facilité des hydrocarbones avec le CO^2 de l'atmosphère et le H^2O du sol, la plante reçoit ainsi en abondance la matière première qui lui sert pour la construction d'une membrane solide faite de cellulose entourant chaque cellule. Ceci, accompagné d'une vacuolisation du plasma, a rendu possible l'apparition d'un turgor d'une grande vigueur qui, gonflant chaque cellule donne aux tissus la rigidité nécessaire pour soutenir les organes. La présence de ce turgor rend l'existence d'un squelette, que ce soit un squelette intérieur, comme chez les vertébrés, ou extérieur, comme chez les échinodermes et les arthropodes, inutile ; mais en même temps la membrane en cellulose ne permet à la plante de prendre que de la nourriture liquide, des solutions de sels.

Les cellules végétales étant remplies de nombreux cyanophycés qui ont la faculté d'élaborer toute la nourriture organique nécessaire à la plante, y compris les substances albuminoïdes, la plante n'a plus besoin de se déplacer et de déployer tant d'énergie et d'activité à la recherche de sa nourriture, comme l'a besoin l'animal.

C'est ce qui rend à la plante la vie plus facile et en a fait un être quiétique, passif, immobile, pour lequel un système musculaire ou nerveux ainsi que des manifestations d'une vie psychique sont devenus inutiles.

Le palmier n'a pas besoin de travailler, de peiner pour vivre ; il renferme dans ses tissus des millions et des millions de petits esclaves (les chromatophores) qui travaillent toute la journée (la nuit, ils se reposent), qui peinent pour lui et le nourrissent. Le lion doit chercher sa nourriture lui-même, il doit courir après la gazelle, lui sauter dessus et l'égorger.

Mais représentons-nous seulement pour un instant chaque cellule du lion remplie de chromatophores et nous le verrions immédiatement se coucher tranquillement au pied du palmier, se sentant bien à son aise, bien rassassié, devenu calme, impassible, n'ayant plus qu'un désir, de boire de temps en temps à la source un peu d'eau avec les quelques sels minéraux qui s'y trouvent dissous.

Et couché comme cela, faisant le paresseux, le lion, infesté par des cyanophycés, aurait avec le temps poussé des racines pour plus commodément pouvoir absorber l'eau avec ses sels ; son corps aurait graduellement pris une forme plus déliée, plus étendue et ramifée pour permettre aux cyanophycés de mieux absorber la lumière nécessaire à leur fonctionnement ; il aurait perdu ses muscles, ses nerfs, ses organes de sens devenus inutiles. En un mot, sous la seule influence des cyanophycés vivant dans ses tissus, le lion, dans l'espace de plusieurs millions d'années, se verrait graduellement transformé en une plante, en un palmier.

⁂

Avant de terminer ce chapitre, considérons encore les phénomènes du monde végétal au point de vue de la philosophie transcendante.

Si le but final de l'évolution de l'Univers est, comme je le suppose[1], sa complète spiritualisation, c'est-à-dire la transformation graduelle de toute l'énergie mécanique de l'Univers en énergie psychique, la direction que la Nature a donnée à l'évolution d'une des branches du monde organique, en créant le monde végétal, pourrait paraître une erreur, car dans le monde végétal nous ne voyons point ou que très peu de manifestations de l'énergie psychique. Mais l'erreur n'est qu'apparente. En réalité la Nature, en ayant choisi cette route, va droit au but. Car en créant le monde végétal elle n'a fait que suivre le principe de division du travail, si utile dans toute entreprise : le monde végétal s'empare de l'énergie solaire et la transforme en énergie chimique potentielle sous forme de substances albuminoïdes, afin que le monde animal, se nourrissant de plantes, puisse avec d'autant plus d'ampleur la transformer en énergie psychique. La spiritualisation de l'Univers, loin de perdre à cette division du travail qui existe entre les deux mondes organiques, n'y fait que gagner.

---

[1] Mereschkovsky (C.), Schéma d'une nouvelle philosophie de l'Uni-

⁂

Mais la plante n'est pas une symbiose simple, une symbiose d'un être animal avec des cyanophycés. C'est une symbiose double, car il existe dans toute cellule végétale une autre partie encore, outre les chromatophores, qui n'est point un organe, mais représente également un groupe d'organismes introduits du dehors et y vivant, comme les chromatophores, en qualité de symbiontes.

J'entends le noyau, à l'examen duquel, de sa nature, de son origine et de son évolution, nous allons maintenant passer.

4 octobre 1920.

vers. — De cet ouvrage un fragment seulement a paru sous le titre : « Le Rythme universel. » Genève, 1920, chez Georg. Le manuscrit de l'ouvrage se trouve en dépôt dans la bibliothèque publique de Genève, attendant un éditeur.

L'interprétation du type morphologique de la Tridacne et de l'Hippopus

PAR

R. ANTHONY.

Dans un récent mémoire principalement consacré à la Morphologie des Mollusques gastéropodes [1], M. L. Boutan est revenu [2] sur une vieille question que je pensais avoir décidément réglée il y a plus de quinze ans [3], à savoir celle de la signification du type morphologique particulier de la Tridacne et de l'Hippopus.

La nouvelle obscurité encore répandue sur ce petit problème d'anatomie, le fait qu'un biologiste aussi averti que l'est M. Boutan semble ignorer mes conclusions de 1903 et de 1905, m'obligent à les reprendre, et, à développer plus que je n'avais cru devoir le faire alors, jugeant la question très simple, les arguments sur lesquels elles reposent.

---

[1] L. Boutan, Considérations nouvelles sur les affinités réciproques des Mollusques gastéropodes, *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. LXXI, 1919.

[2] L. Boutan, Loco citato. Voir pages 65-69 (chapitre VII).

[3] R. Anthony, Organisation et Morphogénie des Tridacnidés, *C. R. Académie des Sciences*, 1903.

R. Anthony, Influence de la fixation pleurathétique sur la Morphologie des Mollusques acéphales dimyaires, Th. Doct. ès sciences, *Ann. des Sc. naturelles. Zoologie*, 1905. Voir pages 247-255.

⁂

« L'animal de la Tridacne, avait dit Cuvier [1] cité par M. Boutan, est fort extraordinaire, *parce qu'il n'est pas placé dans sa coquille comme la plupart des autres* ».

C'est vraisemblablement à cette phrase que remonte l'origine de cette opinion si souvent exprimée que *la Tridacne s'est retournée* ou *est retournée dans sa coquille.*

Dans le mémoire posthume de H. de Lacaze-Duthiers, publié en 1902 par les soins de M. Boutan [2], on lit cette conclusion : « *L'animal des Tridacnidés est un Acéphale normal dans toutes ses parties viscérales, seul le manteau et la coquille qu'il produit sont, dans un point de leur étendue, démesurément développés et masquent les dispositions normales que la loi des connexions rétablit.* »

Au chapitre VII intitulé : « *La rotation de quelques points caractéristiques de la coquille des Pélécypodes adultes* » de son mémoire de 1919, M. Boutan qui a d'autant plus de raisons de faire sienne la manière de voir de H. de Lacaze-Duthiers qu'il en a, peut-être, précisé l'expression, écrit notamment ceci : « L'on peut dire que les *points de repère de la coquille de la Tridacne par rapport à ceux de la coquille de Cytherea ont subi une rotation de 180°* », et plus loin : « En résumé, l'étude comparée de la rotation de points de repère de la coquille dans les principaux types de Pélécypodes, montre que *certaines parties de la coquille et du manteau peuvent prendre un accroissement considérable et changer de position relative par rapport aux organes principaux de l'animal (bouche, pied, etc...)* si bien que les rapports ordinaires paraissent renversés ». L'auteur déclare enfin qu'il ne lui semble plus possible, après les études si concluantes de H. de Lacaze-Duthiers, que personne continue de soutenir que l'animal de la Tridacne se soit retourné dans sa coquille ou que, ce qui reviendrait au même, sa coquille *tout entière* ait tourné autour de lui.

---

[1] Cuvier, Règne animal, t. III, Masson, Paris.

[2] H. de Lacaze-Duthiers, Morphologie de Tridacna elongata et de Hippopus, *Arch. de Zoologie expérimentale*, 3e série, t. X, 1902.

⁂

Quelle est exactement la différence qui existe entre la manière de voir de H. de Lacaze-Duthiers et de Boutan, et celle des Anatomistes qui pensent que l'animal de la Tridacne s'est retourné dans sa coquille ?

Remarquons tout d'abord qu'il ressort manifestement des phrases mêmes de H. de Lacaze-Duthiers et de Boutan, que ces auteurs sont pleinement d'accord avec Cuvier lorsque ce dernier dit que « ... l'animal de la Tridacne... n'est pas placé dans sa coquille comme la plupart des autres ». Ils sont d'accord aussi sur cet article préliminaire, et c'est non moins évident, avec tous ceux qui, après Cuvier, se sont occupés de la morphologie des Tridacnidés, notamment Vaillant[1] et Grobben[2].

Mais, il est deux façons d'interpréter ou de comprendre la position estimée anormale que l'animal de la Tridacne occupe dans sa coquille et qui par comparaison avec celle qu'affecte, par exemple, dans la sienne, l'animal de la Cytherea répondrait à une différence angulaire de 180°.

Cette position anormale pourrait être le résultat d'une rotation vraie, s'étant effectivement produite, comme l'admet Grobben ; elle pourrait être aussi la conséquence, comme le pensent H. de Lacaze-Duthiers et Boutan, d'un accroissement de certaines parties (la coquille et le manteau en certaines régions) par rapport aux autres parties (la masse viscérale), processus pouvant naturellement aboutir aux mêmes effets morphologiques qu'une véritable rotation. On peut, en effet, concevoir qu'une torsade en une matière malléable quelconque ait été obtenue ou bien par torsion d'une tige faite en cette matière, ou bien par modelage à même la matière. De même aussi, l'aspect tordu que présentent l'humérus, le femur et le tibia des Mammifères peut être interprété ou bien comme le résultat d'une torsion effective, ou bien comme celui d'une disposition des parties donnant l'apparence d'un résultat de torsion.

---

[1] L. Vaillant, Recherches sur la famille des Tridacnidés, *Ann. des Sc. naturelles. Zoologie*, t. IV, 1865.

[2] Grobben, Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Tridacniden (Exped. S. M. Schiff. Pola in das Rothe Meer) *D. K. Ak. d. Wiss. Wien Math. nat.* cl. Bd. LXV, 1898.

Étant admis que l'animal de la Tridacne occupe dans sa coquille une position anormale, on peut dire, suivant la première conception, *qu'il s'y est retourné*, et, suivant la seconde (assez improprement, il est vrai), *qu'il y est retourné*.

Dire que l'animal de la Tridacne a subi dans sa coquille une rotation réelle est énoncer non pas une simple erreur, mais une absurdité au vrai sens du mot, une telle rotation étant en effet absolument impossible à concevoir, qu'on la considère comme s'effectuant au cours de chaque ontogénie individuelle, ou, si l'on est évolutionniste, comme s'étant lentement établie au cours des temps. Le mérite de H. de Lacaze-Duthiers est non pas d'avoir prouvé l'inconsistance de cette étrange conception, puisqu'elle découle de cette simple et bien ancienne notion que la coquille est un produit de secrétion du manteau, lequel fait partie intégrante du corps (un Mollusque acéphale ne peut pas plus tourner à l'intérieur de sa coquille qu'un homme ne peut tourner dans sa peau), mais bien d'avoir su éviter un écueil vers lequel le poussait à la fois la force des mots et cette opinion *erronée* que l'animal de la Tridacne occupe dans sa coquille une position anormale.

Dire en effet avec H. de Lacaze-Duthiers et Boutan que l'animal de la Tridacne occupe dans sa coquille une position qui donne l'apparence d'un résultat de rotation de 180°, c'est mal interpréter les faits. Et d'autre part, se borner à expliquer par un accroissement exagéré dans certaines parties et un ralentissement de croissance en certaines autres les particularités morphologiques de la Tridacne, c'est ne rien expliquer du tout. J'espère parvenir à démontrer clairement cette double proposition en exposant la seule façon, je crois, dont les faits convenablement interprétés permettent de comprendre le mécanisme de constitution du type morphologique de la Tridacne et de l'Hippopus.

⁂

En se plaçant au seul point de vue du volume relatif des muscles adducteurs, on peut diviser les Mollusques acéphales

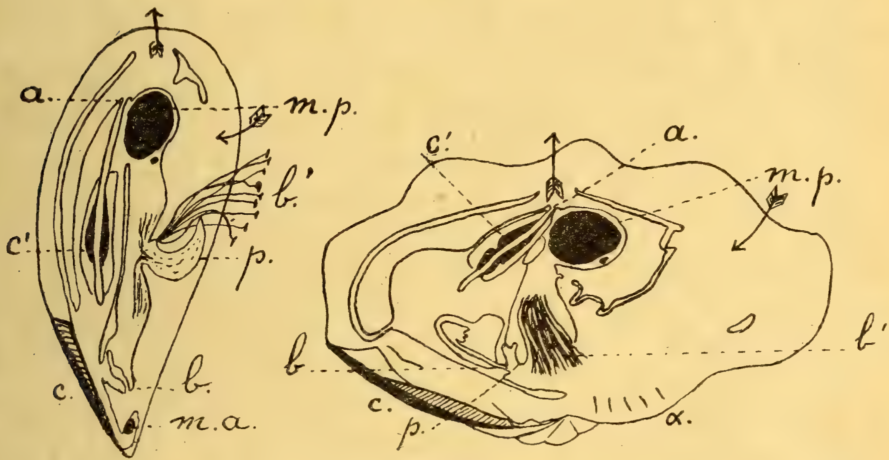


Fig. 1. — Coupe sagittale (intervalvaire) de *Mytilus edulis* L. (à gauche), de *Tridacna elongata* Lmck. (à droite). — c. charnière. — *m. a.* muscle adducteur antérieur. — *m. p.* muscle adducteur postérieur. — *b.* bouche. — *a.* anus. — *c'.* cœur. — *p.* pied. — *b'.* byssus. — Les muscles adducteurs sont indiqués en noir. Les flèches désignent, par leurs directions, le sens des courants inspirateur et expirateur.

dimyaires (acéphales à deux muscles) en isomyaires (dimyaires à muscles égaux) et anisomyaires (dimyaires à muscles inégaux, le muscle le plus petit étant toujours l'antérieur). Les principaux caractères des Anisomyaires sont, outre l'exiguité du muscle adducteur antérieur : 1° son rapprochement du crochet de la coquille (la longueur de la lunule étant réduite à 0 chez les types les plus évolués en ce sens, le Mytilus par exemple), d'où s'ensuit, étant donnés les rapports constants qu'affecte, avec le repli palléal qui contient le muscle adducteur antérieur, la bouche, chez tous les Acéphales, la position de cette dernière au niveau du crochet ; 2° la présence d'un byssus, organe de fixation d'origine vraisemblablement primitive, mais qui a le plus souvent disparu chez les dimyaires isomyaires ; 3° l'exiguité du pied. Tous ces caractères s'enchaînent : Douvillé a montré que l'anisomyairie (réduction du muscle adducteur antérieur et son rapprochement du crochet) a pu résulter de la compression exercée, au cours des générations, par un byssus préexistant sur le muscle adducteur antérieur d'un Mollusque fixé à un rocher et secoué par les vagues ; de la fixation serait d'autre part corrélative l'exiguité du pied.

On rencontre l'anisomyairie en voie de réalisation ou complètement réalisée dans un très grand nombre de groupes éloignés d'Acéphales, les mêmes causes ayant partout produit les mêmes effets. Les Modiola et les Mytilus, par exemple, sont, comme le prouvent les caractères des branchies et ceux de la charnière embryonnaire, des Arcidae anisomyaires à des degrés différents ; de même, les Mytilicardia sont des Carditidae anisomyaires ; les Dreyssenssia, probablement des Cyrenidae ; etc....

Il suffit de comparer la coupe sagittale de la Tridacne à celle de la Moule (*Mytilus edulis* L.) (voir fig. 1), pour se rendre immédiatement compte de ce que la première est un anisomyaire aussi : chez elle, comme chez la Moule, la bouche répond au crochet, le byssus est bien développé, et, le pied, d'un volume très réduit. Enfin, dans ces deux acéphales, la coquille affecte avec les organes visceraux, et quant à ses parties fondamentales, *exactement le même rapport.*

La Tridacne et l'Hippopus sont des Anisomyaires se rattachant au phylum des Cardiidae.

Entre le Cardium et la Tridacne, il existe d'ailleurs des formes très nettes de passage et qui sont, comme l'a montré Tournouer [1], représentés par les genres fossiles Lithocardium (anisomyaire peu accusé) et Byssocardium.

---

[1] TOURNOUER, Sur une nouvelle espèce de coquille des marnes de Gaos (Byssocardium), *Bull. Soc. géol. Fr.*, vol. X.

Ce qui seulement distingue, au point de vue des caractères adaptatifs, les Tridacnes des Moules est ceci :

1° La disparition complète du muscle adducteur antérieur ;

2° La réduction du diamètre bucco-anal ;

3° L'augmentation du diamètre transversal ;

4° L'augmentation du diamètre dorso-ventral ;

5° L'ouverture extrême de l'angle de mytilisation (j'ai appelé ainsi l'angle que fait chez un anisomyaire dont la bouche a atteint le niveau du crochet le bord cardinal ou dorsal avec le bord ventral dans sa région la plus antérieure).

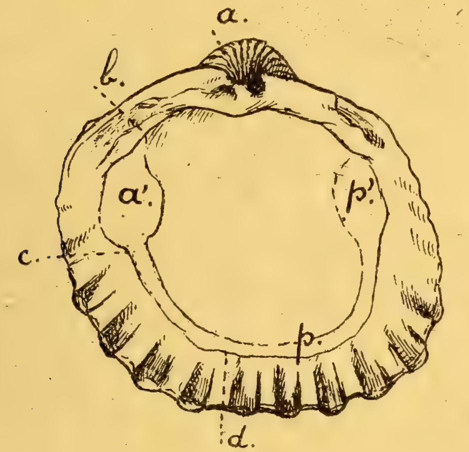


Fig. 2. — Valve droite de *Cardium*, vue intérieure. — *a'*. impression du muscle adducteur antérieur. — *p'*. impression du muscle adducteur postérieur. — *p*. impression du muscle palléal. — *a. b.* région de la lunule. — *c. d.* région correspondant à celle que H. de Lacaze-Duthiers appelle *lunale* chez la Tridacne.

Les Tridacnes sont des animaux de taille colossale ; au lieu de vivre en bouquet comme les Mytilus, les Tridacnes vivent isolées. Ce fait et cette circonstance permettent, il me semble, de s'expliquer leurs caractères spéciaux parmi les autres anisomyaires. Les Tridacnes paraissent être des anisomyaires qui se sont, au cours des temps, étalés, écrasés sous leur propre masse. Leurs dimensions horizontales, dans l'attitude qu'elles affectent (diamètre transversal, diamètre dorso-ventral) ont augmenté, alors qu'ont diminué leurs dimensions verticales. Quant à l'angle de mytilisation, il s'est ouvert de plus en plus, atteignant la valeur de 150° environ chez la *Tridacna elongata* Lmck. adulte.

Ce processus d'étalement auquel se rattache aussi l'écartement des branchies et leur forme spéciale en bourrelets, ainsi que le raccourcissement sagittal de toute la région qui s'étend entre la bouche et le byssus, peut d'ailleurs, en quelque mesure, se suivre au cours de l'ontogénie individuelle, à mesure qu'augmente la taille de l'animal. Chez les très jeunes Tridacnes l'épaississement bilatéral, l'allongement dorso-ventral, le raccourcissement bucco-anal sont infiniment moindres que chez l'adulte, et l'angle de mytilisation dépasse à peine celui du Byssocardium dont la valeur est de 90° environ.

Quant à l'Hippopus, c'est un Tridacnidé d'un type plus étalé encore que la Tridacne, à angle de mytilisation plus ouvert; en raison de la forme même de l'animal, le byssus devenu inutile est entré en régression. L'Hippopus peut être considéré comme le terme ultime de la série morphologique des Cardiidae anisomyaires.

⁂

Voilà ce que H. de Lacaze-Duthiers n'a point vu. Il a même été si éloigné d'apercevoir que les Tridacnidés étaient des Anisomyaires comparables aux Moules et aux Dreyssenssia qu'il appelle encore *lunule*[1], dans la coquille de la Tridacne, la région qui correspond au passage du byssus, c'est-à-dire une région qui, dans la coquille du Cardium par exemple, est représentée par l'espace qui s'étend depuis l'extrémité ventrale du muscle adducteur antérieur jusqu'au milieu à peu près de la face ventrale (niveau approximatif de la base du pied) (voir fig. 2).

Pourquoi le grand anatomiste qu'était H. de Lacaze-Duthiers n'a-t-il pu comprendre la morphologie des Tridacnidés.

---

[1] H. de Lacaze-Duthiers, *loco citato*, page 119. Il ajoute, il est vrai, entre parenthèses : « la singulière lunule. »

C'est à mon sens parce que, n'étant pas Lamarckien, il manquait de fil conducteur. La loi des connexions qu'il invoquait l'a mené aussi loin qu'elle pouvait le faire ; mais ce n'était point un guide suffisant pour le faire parvenir jusqu'à la solution complète d'un problème dont il lui était même difficile de comprendre le véritable sens.

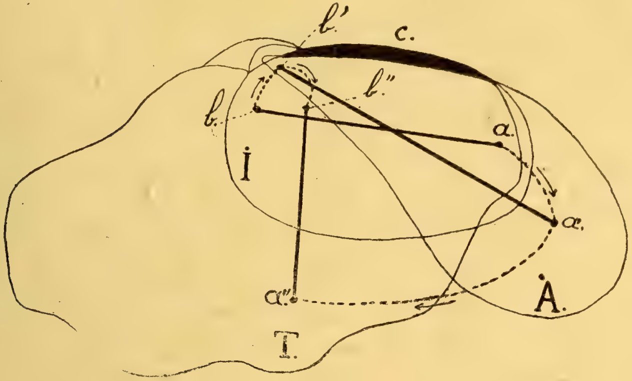


Fig. 3. — Schéma destiné à faire comprendre le passage morphologique du type isomyaire I (*Tapes*, par exemple) au type anisomyaire A. (*Mytilus*) et au type *Tridacna* T. Valves droites superposées suivant la charnière *c*. — *b*. *a*. axe bucco-anal de l'isomyaire. — *b'*. *a'*. axe bucco-anal de l'anisomyaire (*Mytilus*). — *b''*. *a''*. axe bucco-anal de la *Tridacna*. — Les traits pointillés indiquent le déplacement des points buccal et anal de I à A. et de A. à T.

Lorsque les anciens anatomistes eurent reconnu dans l'aile de l'oiseau toutes les parties constitutives du membre thoracique des vertébrés marcheurs, ils ne faisaient encore que poser un problème, car il restait à établir comment il pouvait se faire que des parties de signification identique présentassent dans divers organismes des caractères si différents.

Sur des empreintes de fructifications

recueillies dans plusieurs gisements carbonifères de l'Ouest de la France

PAR

L'ABBÉ A. CARPENTIER.

Les empreintes de fructifications, appartenant aux plantes à graines et tout spécialement aux *Ptéridospermées*, ont fait l'objet, ces années dernières, d'actives recherches de la part des paléobotanistes. Certains gisements carbonifères de l'Ouest de la France, et en particulier celui de Mouzeil (Loire-Inférieure), ont fourni à Cyrille Grand'Eury, à Édouard Bureau et à d'autres, d'excellents matériaux d'étude [1]. Dans

---

[1] C. GRAND'EURY, Sur les graines de *Sphenopteris*... *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 812, 813. — Sur les inflorescences de fougères à graines du culm et du terrain houiller, *ibid.*, t. CXLII, 1906, p. 761, 762. — Recherches sur les Ptéridospermes, *Bull. Soc. Sc. Nancy*, 15 déc. 1909, p. 7 (tiré à part).

E. BUREAU, Bassin houiller de la Basse-Loire. Fasc. II, Les flores fossiles, p. 240 et seq., p. 291-296, 1914.

A. CARPENTIER, Notes d'excursions et remarques sur le Bassin houiller de la Basse-Loire. *Bull. Soc. Géol. de France,* 4e série, t. XVIII, p. 243, 244 ; pl. IV, fig. 10-14, 1918. — Notes paléophytologiques sur le carbonifère du Bassin de la Basse-Loire. *Rev. gén. de Botanique*, t. XXXI, 1919, p 9 à 12 ; pl. III, fig. 5-10. — Observations paléobotaniques sur quelques gisements carbonifères de l'Ouest de la France. *Ann. Soc. scientifique de Bruxelles*, t. XXXIX, nov. 1919, p. 155. — Contribution à l'étude des fructifications du culm de Mouzeil (Loire-Inférieure) ; *Rev. gén. de Botanique*, t. XXXII, 1920, p. 337-349 ; pl. V et VI.

Nantes. — Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest, 3e Série, t. VI, 1920.

cette note nous donnerons quelques résultats d'excursions entreprises dans le *Carbonifère* de l'Ouest, pour y découvrir des fructifications (graines et microsporanges) de *Ptéridospermées*. Les gisements *dinantiens* de Mouzeil (Loire-Inférieure), de la Baconnière (Mayenne), et le gisement *stéphanien* de Saint-Pierre-la-Cour (Mayenne), seront successivement étudiés à ce point de vue.

I. — CARBONIFÈRE INFÉRIEUR.

Nous rattachons, après E. Bureau, le gisement de Mouzeil au Dinantien, mais en ayant soin de faire remarquer la transition insensible qui doit exister entre les couches supérieures de Mouzeil et les formations inférieures du Westphalien du Nord de la France (Zone inférieure : A^1, Annœulin, Pas-de-Calais, d'après René Zeiller) [1].

Mouzeil.

La flore de ce gisement, et surtout celle de la Tardivière, nous est connue dans le plus grand détail par les descriptions d'Édouard Bureau. On a dit ailleurs la part qui revient à ce paléobotaniste et au savant Grand'Eury, dans la connaissance des *Ptéridospermées* de ce gisement [2]. Quelques excursions récentes (octobre 1920) nous ayant procuré des matériaux nouveaux et dignes d'intérêt, nous ajouterons quelques remarques sur des *Diplotheca* et *Lagenospermum* de Mouzeil.

1. — Genre **Diplotheca** Kidston [3].

On désigne par là des sporanges ou microsporanges, allongés, comme le sont ceux du genre *Crossotheca* Zeiller, mais plus grands que ces derniers. Ces organes constituent par leurs bases une sorte de disque étoilé et de plus sont soudés par paires. Chaque disque comprend quatre paires de microsporanges. En 1919, nous avions remarqué, sur les anciens déblais du puits de la Tardivière (Mouzeil), des empreintes qui paraissaient offrir avec le *Diplotheca stellata* Kidston de grandes ressemblances [1]. En octobre dernier nous avons trouvé de belles empreintes de « disques étoilés » de cette espèce.

---

[1] R. ZEILLER, Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile, p. 681, 667. *Etudes des Gîtes minéraux de la France*. 1888.

Cf. W. GOTHAN, Das oberschlesische Steinkohlenbecken im Vergleich mit andern Becken Mitteleuropas auf Grund der Steinkohlenfloren. *Berg und Hüttenmännischen Zeitschrift « Glückauf »* ; Nr. 35 u. 36, S. 11. 1913.

[2] *Rev. gén. de Botanique*, t. XXXII (1920), p. 337 et seq.

[3] R. KIDSTON, Diplotheca stellata. *Mem. of the Geol. Surv. United Kingdom*. Summary of Progress for 1902, p. 131. 1903. — On the micros-

Diplotheca stellata (Pl. I ; fig. 1-5). Le disque mesure au maximum 4 mm. de diamètre, offre extérieurement en son centre une cicatrice, provenant de la rupture de son pédicelle. Les microsporanges restent soudés sur une longueur de 2 mm. et s'écartent ensuite, leur longueur totale étant de 7 à 8 mm. Ils sont falciformes, atténués à leur extrémité distale.

Remarques paléontologiques. Nous considérons comme probable que quelques-unes des empreintes déjà signalées à Mouzeil par E. Bureau sous le nom de *Calymmatotheca tenuifolia* [2], se rangeront aussi dans le genre *Diplotheca*. Il faudra également examiner attentivement les *Calymmatotheca* que M. Behrend a signalés en association étroite avec le *Sphenopteris fragilis* [3]. Quant aux empreintes, que Stur avait désignées du terme vague de « fructifications de fougère [4] » et que M. R. Kidston comparait aux *Diplotheca* [5], elles nous semblent bien appartenir à ce genre.

Dans le *Westphalien* du Nord de la France nous avons fait connaître, il y a plusieurs années, des empreintes d'organes cupuliformes, sous le nom de *Calymmatotheca acutum* [6]. M. Seward a, depuis lors, fait observer que la nature

---

porangia of the Pteridospermeæ... *Phil. Trans. Royal Soc. London*, ser. B ; vol. 198, p. 430, 431 ; fig. 11. 1906.

[1] Cf. *Rev. Gén. de Botanique*, t. XXXII (1920), p. 346 ; pl. VI, fig. 14.

[2] Edouard Bureau, *Flores fossiles*, p. 253 ; pl. IX, fig. 4, 6. 1914.

[3] F. Behrend in H. Potonié, *Abbildungen u. Beschreibungen foss. Pflanzen*. Lief. VI, 1909, 102, fig. 1.

[4] D. Stur, *Culm Flora*, Hft I ; S. 51 ; pl. 1, fig. 2. 1875.

[5] R. Kidston, *op. cit.*, 1906, p. 430, note infrapaginale.

[6] Cf. *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. VII, II, p. 391. 1913.

morphologique de ces empreintes ne pouvait être définie et a proposé de les placer dans le genre *Pterispermostrobus* Stopes [1]. Cependant certain de ces organes a montré une graine en place et dans ce cas il s'agit d'une cupule [2]. Il est possible que d'autres organes seront dans la suite interprétés comme microsporanges [3]. Certaines *Ptéridospermées (Sphénoptéridées)* présentent de remarquables traits de ressemblance dans la disposition et la forme des valves de leurs cupules séminifères ou des microsporanges de leurs inflorescences mâles. La méthode de macération permettra dans ce dernier cas de décéler ou non la présence de microspores, quand on aura recueilli des matériaux assez abondants.

Quant au *Diplotheca stellata*, nous adoptons l'opinion de M. Kidston, qui les considère comme représentant les *microsporanges* d'une *Cycadofilicinée* (incl. *Ptéridospermées*).

Mais à quelle *Ptéridospermée* appartiennent ces microsporanges disposés en étoile ? M. Kidston, se basant sur des associations, considérait comme probable en 1906 que les *Diplotheca stellata* étaient les microsporanges du *Sphenopteris elegans* Brongt [4].

A Mouzeil, le *Sphenopteris elegans* est des plus fréquents ; cependant sur la plaque schisteuse où gisaient les inflorescences de *Diplotheca*, il n'a pas été trouvé traces de rachis ou de folioles du *Sphenopteris elegans*. Le *Sphenopteris*, observé sur cette plaque schisteuse, nous paraît devoir être rapporté au *Sphenopteris fragilis* (= *S. Linkii* Stur, partim [5]).

---

[1] A.-C. Seward, *Fossil plants*, t. III, p. 67, 1917.

[2] Ex. : *Rev. Gén. de Botanique*, t. XXIII, pl. XII, fig. 1, d. — *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. VII, II, fig. 8, 9, 10. 1913.

[3] Ex. : *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. VII, II, pl. X, fig. 11, 12. 1913.

[4] R. Kidston, On the microsporangia of the Pteridospermeæ. *Phil. Trans. Royal Soc. London*, ser. B., vol. 198, p. 430, note infrapaginale no 2.

[5] Cf. F. Behrend in Potonié, *Abbild. u. Beschreib. fossiler Pflanzen-Reste*. Lief. VI, no 102.
Stur, *Culm Flora*, II, 1877, p. 267. Taf. XII ; fig. 1-4 ; non fig. 5.

2. — Genre **Lagenospermum** Nathorst[1].

Sont classées dans ce genre des empreintes de petites graines, fusiformes ou ovales allongées, à testa costulé, et encloses, pour un temps du moins, dans une cupule. A ces empreintes de *Lagenospermum* correspondent sans nul doute de petites graines de *Sphénoptéridées*, les *Lagenostomales (Lagenostoma*, *Physostoma*, *Conostoma)* dont la structure est connue[2].

On a déjà rapporté à ce genre plusieurs petites graines de Mouzeil. On ajoute une espèce nouvelle, établie sur deux empreintes découvertes tout récemment.

Lagenospermum Bureaui n. sp. (Pl. I, fig. 6).

Petites graines ovales-oblongues (largeur maxima mesurée en leur région médiane = 3 mm. ; longueur = 8 mm.), offrant quelques stries au sommet, éparses sur le schiste (Pl. I, fig. 5) ou contenues dans une cupule fibreuse, longue de 11 mm.

Rapports paléontologiques. Parmi les *Lagenospermum* déjà signalés dans le bassin de la Basse-Loire, c'est du *Lagenospermum* (= *Calymmatotheca*) *Grand'Euryi* E. Bureau[3] que le *L. Bureaui* se rapproche davantage, par l'aspect fibreux de la cupule ; mais dans notre espèce la cupule ne paraît pas constituée « d'appendices sétacés, » mais de valves, qui n'ont pas toutefois la consistance des valves du *L. crassum*[4].

Associations. Ces petites graines libres ou encore encloses dans leurs cupules ont été trouvées dans les schistes qui ont fourni les empreintes du *Diplotheca stellata*.

---

[1] A.-G. Nathorst, Nachträge zur paläozoischen Flora Spitzbergens. *Zur fossilen Flora der Polarländer*, I Theil, IV Lief. p. 29. Stockholm, 1914.

[2] Cf. Oliver and Salisbury, Palæozoic seeds of Conostoma. *Annals of Botany*, vol. XXV, p. 1-50 ; pl. I-III ; 1911.

[3] E. Bureau, *Les Flores fossiles*, p. 262 ; pl. LXXIII, fig. 3, 4.

[4] *Rev. Gén. de Botanique*, t. XXXII, p. 339 ; pl. V, fig. 4-9, 1920.

Gisement de la Baconnière (Mayenne).

Renault et Zeiller ont, dès longtemps, reconnu parmi les fossiles de la Baconnière : *Archæocalamites scrobiculatus*, *Sphenopteris elegans* Brgt., *Sph. tridactylites* Brgt., *Sph. Stangeri* Stur, *C. polymorpha* Gœppert sp.[1]. Nous avons rappelé que l'abbé Boulay avait de son côté recueilli dans le même gisement des folioles du *Cardiopteris polymorpha* Gœpp., var. *rotundifolia*, et des frondes du *Sphenopteris adiantoïdes*[2]. En octobre dernier, nous avons trouvé, M. A. Davy de Virville et nous, le *Sphenopteris adiantoïdes* (= *Sph. elegans* auct.), le *Sphenopteris Dubuissoni*, avec des empreintes d'*Archæocalamites* et de *Lepidodendron*, somme toute une flore à faciès de *Culm*, rappelant celle de Mouzeil. Il est cependant une remarque qui trouvera bien sa place ici et qui résulte de l'examen des collections que l'abbé Davoust avait recueillies à la Baconnière même[3]. En plus de formes végétales appartenant sans conteste à la flore du *Culm*, cette série de fossiles de la Baconnière, et de même celle de Poillé (Sarthe), comprend des *Cyatheites*, des *Pecopteris*, parmi lesquels E. Bureau a distingué le *P. arborescens*. Ici, comme à l'occasion de plusieurs autres gisements carbonifères de l'Ouest, se pose la question de l'existense du *Stéphanien*, sans doute en discordance avec le *Culm*, de même qu'à Minières (Maine-et-Loire)[4]. Pour l'instant, nous signalons parmi des plantes appartenant au *Culm*, à la Baconnière, une empreinte de petite graine.

Cardiocarpon minimum n. sp. (Pl. I, fig. 7 et 8).

Petite graine renflée, cordiforme, longue de 3 mm., large de 3 mm. à la base ; bordée d'une aile dont la largeur va croissant de la base au sommet. L'aile, dans sa région supérieure, est excavée ; son bord est de plus replié vers l'extérieur.

---

[1] Cf. M. D. Œhlert, Notes géologiques sur le département de la Mayenne, p. 93. Angers, chez Germain et Grassin. 1882.

[2] Cf. *Ann. Soc. scient. Bruxelles*, 39e année, fasc. III, p. 157-158. 1919.

[3] Ces collections, dont M. Ferronnière nous a confié la révision, sont conservées à l'Université catholique d'Angers.

[4] Cf. Edouard Bureau, *Flores fossiles*, p. 77, 355. 1914.

Remarques paléontologiques. La forme de la graine en question rappelle celle du *C. cornutum* [1], dont la taille est beaucoup plus grande et l'échancrure du sommet très nette.

Par sa petitesse cette graine se place près du *Samaropsis acuta* (= *Cardiocarpon acutum* Lindley et Hutton [2]), mais la base de ce *Samaropsis* n'est pas cordiforme.

Cette graine peut provenir d'une inflorescence de *Cordaitales*, mais il importe de rappeler que des graines ailées *(Samaropsis)* ont été trouvées en association et parfois même en connexion avec des folioles de *Ptéridospermées.* L'association du *Samaropsis cornuta* et du *Sphenopteris artemisiæfolioïdes* Crepin a été notée par plusieurs observateurs, entre autres par Brongniart [3], et la connexion de graines minuscules ailées avec les frondes du *Pecopteris Pluckeneti* a été découverte dans le *Stéphanien*, à Saint-Étienne même, par C. Grand'Eury [4].

Quelle plante portait le *Cardiocarpon minimum ?* Cette question ne peut être résolue pour l'instant. Il gît à côté du *Sphenopteris adiantoïdes*, de même qu'au puits de la Sanguinière, au nord de Juigné (Sarthe), nous avons trouvé dans des schistes fins, où abonde le même *Sphenopteris*, de petites graines samaroïdes (Pl. I, fig. 8). Mais ce ne sont là que des associations.

---

[1] Cf. M.-C. Stopes, The « Fern Ledges » Carboniferous flora of St. John, New Brunswick. *Canada. Geological Survey*, Mem. 41, p. 89-91. 1914.

[2] Lindley and Hutton, The fossil Flora of Great Britain, I, p. 76 ; 1831-1833.

[3] Adolphe Brongniart, *Histoire des Végétaux fossiles*, p. 178. 1838.

[4] C. Grand'Eury, Sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Pluckeneti* Schloth. *Comptes-rendus*, t. CXL, p. 920-922 ; 3 avril 1905.

R. Zeiller, Une nouvelle classe de Gymnospermes : les Ptéridospermées. *Revue Générale des Sciences*, 30 août 1905, p. 725.

A.-C. Seward, *Fossil plants*, vol. III, chapt. XXXI, 1917.

II. — STÉPHANIEN.

Saint-Pierre-la-Cour (Mayenne), lieu-dit la Balorais.

René Zeiller a cité plusieurs empreintes de graines dans la liste importante qu'il a donnée des plantes fossiles du *Stéphanien* de Saint-Pierre-la-Cour [1]. On y relève la présence de *Cardiocarpus punctatus* Gœpp., *C. reniformis* Geinitz, *Rhabdocarpus*, *Trigonocarpus*, *Polypterocarpus*. En octobre 1919 et 1920, nous avons recueilli, en compagnie de M. A. Davy de Virville, quelques empreintes de graines dans une sorte de schiste noir et dur, à la Balorais, localité sur laquelle M. le Dr Picquenard attirait récemment l'attention [2]. Adolphe Brongniart avait déjà signalé, dès 1838, l'*Odontopteris minor* et le *Pecopteris cyathea* à Saint-Pierre-la-Cour [3]. On trouvera dans les pages suivantes la description de plusieurs empreintes de graines provenant uniquement de la Balorais ; certaines d'entre elles appartiennent à des *Ptéridospermées*, d'autres à des *Cordaitales*.

1. — Genre **Rhabdocarpus** Berger [4].

Ce terme est employé dans le sens large et désigne des graines ovoïdes ou oblongues-elliptiques, pourvues de fines stries parallèles, dues aux fibres du sarcotesta. Il est difficile de faire intervenir la question de symétrie dans l'étude des graines à l'état d'empreintes.

Rhabdocarpus cf. *subtunicatus* Grand'Eury [1]. Pl. II, fig. 1-4.

---

[1] R. Zeiller in M. D. Œhlert, Notes géologiques sur le département de la Mayenne, p. 108 et 109 ; 1882.

[2] Ch. Picquenard, Observations sur quelques fougères... *Bull. Géol. et Minér. de Bretagne*, p. 106. 1920.

[3] A. Brongniart, *Histoire des Végétaux fossiles*, p. 253 et 307. 1838.

[4] Voir à ce sujet A.-C. Seward, *Fossil plants*, t. III, p. 341. 1917.

Petite graine ovoïde, longue de 19 mm. et dont la plus grande largeur mesure de 12 à 13 mm. ; striation parallèle très visible. Cette empreinte de *Rhabdocarpus* ressemble tout à fait, sauf pour les dimensions deux fois moindres, à une autre que nous avons antérieurement représentée [2] et qui provient de Saint-Étienne. Nous avons placé ces deux graines côte à côte sur la planche II jointe à ce travail. La graine de Saint-Étienne mesure 40 mm. de longueur sur 25 mm. de largeur maxima.

Il n'est pas rare de trouver dans le même gisement des empreintes de graines à testa dur, épais, qu'on pourrait considérer comme des coques de *Pachytesta*. Nous devons à M. A. Davy de Virville deux de ces empreintes bien conservées. La forme atténuée aux deux extrémités, le rapport de la longueur (45 mm.) à la largeur maxima (25 mm.), sont identiques dans ce cas et dans celui de la graine fibreuse de Saint-Étienne *Rhabdocarpus subtunicatus*. Il est probable qu'on a affaire à l'*endotesta* épais et dur de cette graine. C'est l'opinion que nous adoptons jusqu'à plus ample informé.

2. — Genre **Polypterocarpus** Grand'Eury [3].

Graines munies d'un nombre d'ailes multiple de trois ; le genre *Polypterospermum* étant basé sur des caractéristiques tirées de la structure intime, le terme de *Polypterocarpus* est ici employé dans l'acception de M. A.-C. Seward.

Polypterocarpus latus n. sp. Pl. II, fig. 5 et 6.

Graines polyptères, mesurant environ 13 mm. de longueur sur 20 mm. de largeur ; deux ailes latérales larges de 4 mm. sur une section transversale médiane de la graine ; une carène médiane et de part et d'autre deux carènes accentuées marquent, ce semble, l'emplacement des ailes.

Rapports paléontologiques. Les deux empreintes de graines rappellent assez bien la forme courte et relativement

---

[1] Cf. R. Zeiller, Bassin houiller et permien de Brive. Flore fossile, p. 93. *Etudes des Gîtes minéraux*. 1892.

[2] Cf. *Rev. Gén. de Botanique*, t. XXXIV, p. 325 ; pl. I, fig. 10. 1915.

[3] Cf. A.-C. Seward, *Fossil plants*, t. III, p. 357. 1917.

large du *Carpolithes* (*Polypterocarpus brevis*) Grand'Eury, provenant du *Stéphanien* de la Chazotte et de Lorette [1].

Jusqu'ici, dans le *Westphalien* du Nord de la France, nous n'avons que très rarement trouvé des graines polyptères qui rappellent le *Polypt. brevis*. On y rencontre le plus fréquemment des graines polyptères allongées ; nous en avons figuré quelques-unes (Pl. I, fig. 9 ; pl. II, fig. 7). Ces graines à six ailes (*Hexapterocarpus*) sont en association avec les folioles d'un *Neuropteris* (*N. heterophylla*).

3. — **Carpolithes** cf. **sulcatus** Presl. [2]. Pl. II, fig. 8.

Graines allongées, mesurant 15 mm. de longueur sur 5 mm. de largeur, remarquables par les stries et côtes accentuées, parallèles, dont leur surface est ornée.

Remarques. N. Arber a proposé de placer ces empreintes dans un genre nouveau *Platyspermum* [3]. Nous jugeons préférable de maintenir l'ancien nom générique plus vague de *Carpolithes* [4].

4. — **Cyclocarpus** sp. (aff. **C. nummularis** Brgt. sp.). Pl. I, fig. 10.

Graines plates, cycloptéroides [5], larges en leur milieu de 12 mm., hautes de 14 mm. ; sommet ou apex subtriangulaire, proéminent. Cette graine nous paraît se placer près du *Cyclocarpus nummularis* Brongt., dont la structure est connue [6].

---

[1] C. Grand'Eury, Flore carbonifère du département de la Loire et du Centre de la France. 1re partie, Botanique, p. 187 ; pl. XV, fig. 10 et 11. 1877.

[2] Presl in Sternberg, *Vers. Darstell. Flora d. Vorwelt*, vol. II, Hft. 7, p. 208 ; pl. X, fig. 8. 1838.

[3] E.-A.-Newell Arber, A revision of the seed impressions of the British Coal Measures. *Annals of Botany*, vol. XXVIII, p. 95 ; pl. VI, fig. 12. 1914.

[4] C.-F. Seward, *Fossil plants*, t. III, p. 362.

[5] Cf. A.-C. Seward, *op. cit.*, p. 339, 340.

[6] A. Brongniart, *Recherches sur les graines fossiles silicifiées*, pl. IV, fig. 1 ; 1881.

C.-E. Bertrand, Caractéristiques du genre *Cardiocarpus*. *Bull. Soc. Bot. de France*, t. L, 1908, p. 392.

Plusieurs de ces graines orbiculaires gisent sur une plaque schisteuse en association avec des fragments de *Cordaites*. Il serait intéressant d'analyser attentivement le lit que les mineurs appellent « banc à roseaux, » où les *Cordaites* abondent.

5. — **Carpolithes (Samaropsis)**. Pl. I, fig. 11.

Petites graines de forme ovale oblongue, à noyau entouré d'une aile, gisant nombreuses dans certain schiste.

Résumé.

1° On a trouvé dans le *Carbonifère inférieur :* à Mouzeil (Loire-Inférieure), des microsporanges de *Ptéridospermées*, les *Diplotheca stellata* Kidston et des empreintes de petites graines à placer dans le genre *Lagenospermum* et dont certaines sont contenues dans leurs cupules d'aspect fibreux ; à la Baconnière (Mayenne) et au puits de la Sanguinière, près de Sablé (Sarthe), de petites graines ailées rappelant de minuscules *Samaropsis*, se distinguant par leur base cordiforme.

2° On souligne spécialement, dans les collections de l'abbé Davoust provenant soit de la Baconnière (Mayenne), soit de Poillé (Sarthe), parmi des empreintes du *Culm* (*Dinantien supérieur*), la présence de plantes fossiles d'affinités *stéphaniennes*.

3° Quelques empreintes de graines sont signalées à Saint-Pierre-la-Cour, lieu-dit « la Balorais ». Ce sont : *Rhabdocarpus* cf. *subtunicatus* Grand'Eury, *Polypterocarpus latus* n. sp., *Carpolithes* cf. *sulcatus* (Presl.) Sternb., *Cyclocarpus* aff. *nummularis* Brongt., *Carpolithes* (*Samaropsis*) sp., etc., etc.

PLANCHE I

Fig. 1. — **Diplotheca stellata** Kidston ; deux disques étoilés indiqués par les flèches ; grandeur naturelle.

Fig. 2-5. — Idem ; une petite graine **Lagenospermum**, en bas et à droite, fig. 5.

Fig. 6. — **Lagenospermum Bureaui** n. sp. ; deux graines contenues dans leur cupule ; gross. : 3/2.

Fig. 7. — **Cardiocarpon minimum** n. sp. Petite graine ailée en association avec le **Sphenopteris adiantoïdes (elegans)** ; gr. : 5/3.

Fig. 8. — Idem.

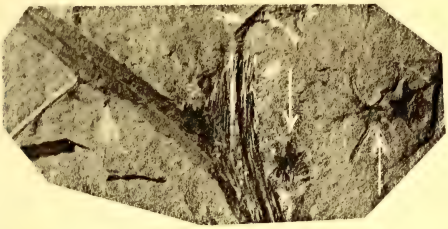
Fig. 9. — **Hexapterocarpus** sp. ; graine ailée du Westphalien du Nord de la France ; gr. : 21/13 ; en haut, une foliole de **Nevropteris**.

Fig. 10. — **Cyclocarpus** (aff. **nummularis** Brgt.) ; grandeur naturelle.

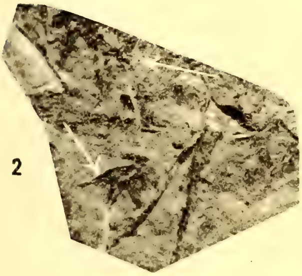
Fig. 11. — **Carpolithes** (**Samaropsis** sp.) ; gr. : 10/7.

Note de M. A. CARPENTIER

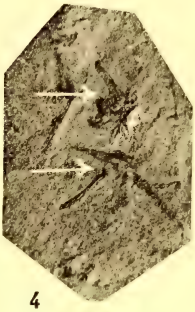
Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest *3e Sér. T. VI - 1920 - Pl. 1*



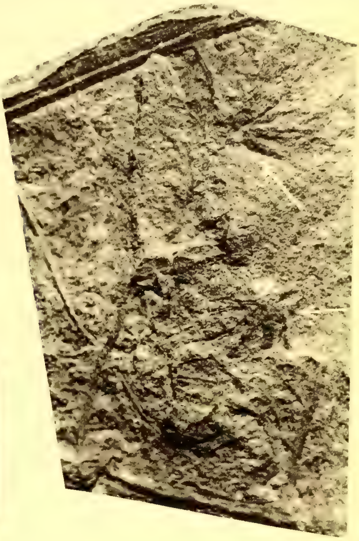
1



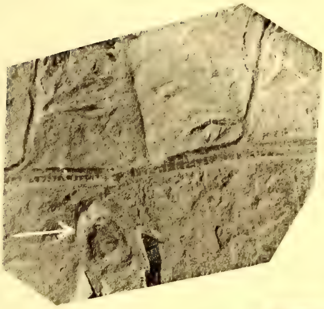
2



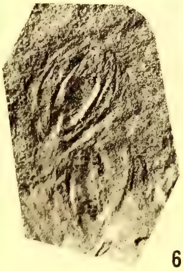
4



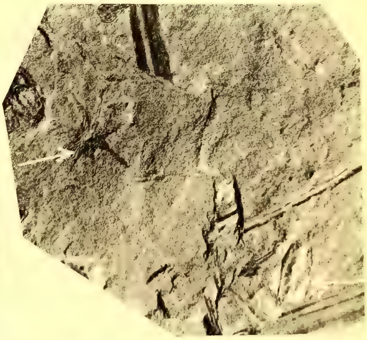
3



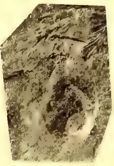
7



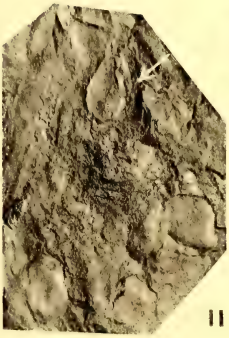
6



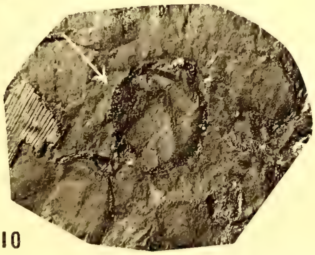
5



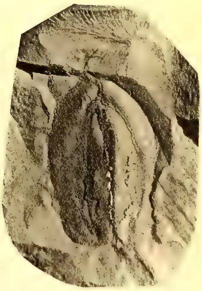
8



11



10



9

G. Depape, phot. Le Deley, imp., Paris

Fructifications carbonifères de l'Ouest de la France.

Pl. 1

PLANCHE II

Fig. 1. — **Rhabdocarpus** cf. **subtunicatus** Grand'Eury : une jeune graine ; gr. à peu près : 2/1.

Fig. 2. — **Rhabdocarpus subtunicatus**, empreinte de Saint-Étienne ; grandeur naturelle.

Fig. 3. — **Rhabdocarpus (Pachytesta)** ; grandeur naturelle.

Fig. 4. — Idem. ; gr. : 9/5.

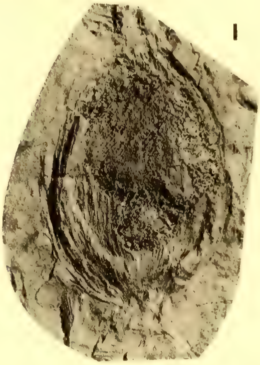
Fig. 5 et 6. — **Polypterocarpus latus** n. sp. ; gr. : 20/13.

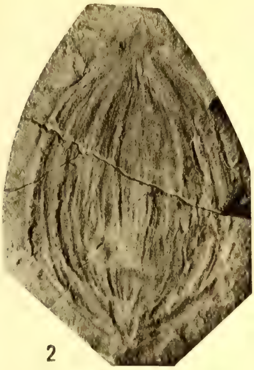
Fig. 7. — **Hexapterocarpus** sp., provenant du Westphalien du Bassin du Pas-de-Calais ; gr. : 31/17.

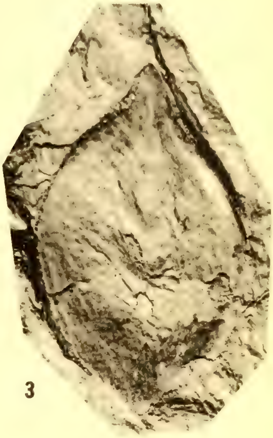
Fig. 8. — **Carpolithes sulcatus** Sternb. : gr. : 5/3.

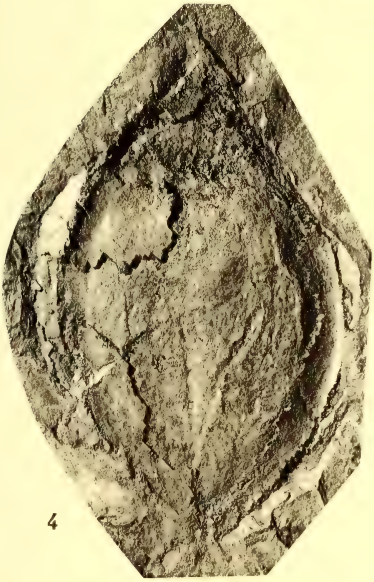
Note de M. A. CARPENTIER

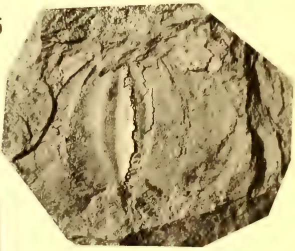
Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest *3e Sér. T. VI - 1920 - Pl.*

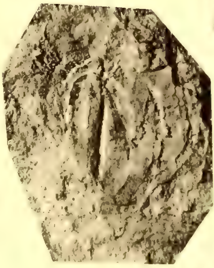

1

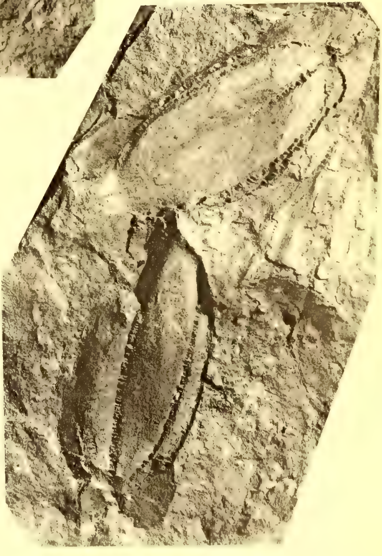

2

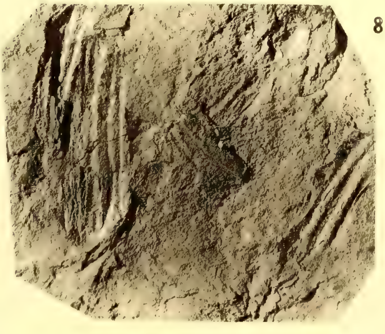

3


4


5


6


7


8

G. Depape, phot. Le Deley, imp., Paris

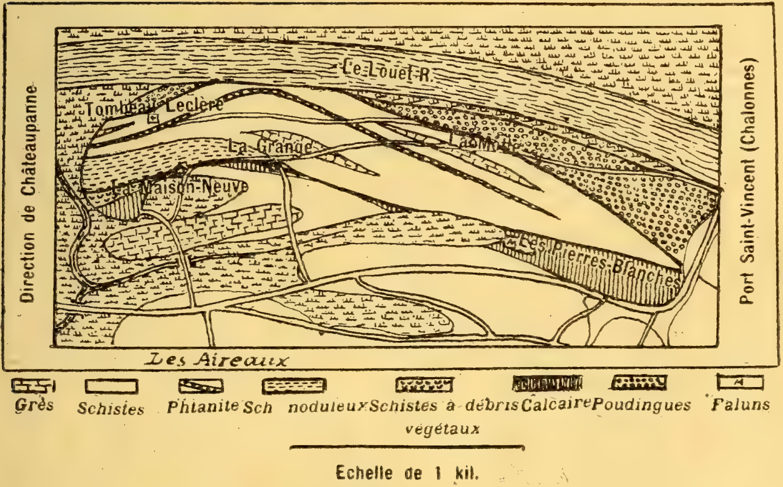
Fructifications carbonifères de l'Ouest de la France.

Le Calcaire de la Grange

près Chalonnes (Maine-et-Loire)

PAR

G. FERRONNIÈRE.


Le Louet R.
Tombeau Leclère
La Grange
La Motte
La Maison-Neuve
Les Pierres-Blanches
Direction de Châteaupanne
Port Saint-Vincent (Chalonnes)
Les Aireaux
Grès
Schistes
Phtanite
Sch noduleux
Schistes à débris végétaux
Calcaire
Poudingues
Faluns
Echelle de 1 kil.

Au nord-ouest de Chalonnes, près de la ferme de la Grange, M. l'abbé Carpentier, professeur à la Faculté catholique des Sciences de Lille, a eu la bonne fortune de découvrir un intéressant gisement fossilifère dont il a eu l'amabilité de me confier l'étude [1].

---

[1] G. Ferronnière, Bull. de la Soc. des Sc. nat. de l'O. de la France, 3e sér., t. V, p. XVIII, Extr. des procès-verbaux, séance du 14 nov. 1919.
G. Ferronnière, Sur un gisement eifélien du synclinal de la Basse-

Nantes. — Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest, 3e Série, t. VI, 1920.

I. — Description du Gisement.

Ce gisement est situé dans la partie sud du synclinal de la Basse-Loire, dans une des petites lentilles calcaires alignées du sud-ouest au nord-ouest, de Chalonnes à Châteaupanne, au nord de la route allant de Chalonnes à Montjean. La lentille dont il s'agit a, d'ailleurs, été notée par MM. Ed. et L. Bureau sur la carte géologique des environs de Montjean (M.-et-L.) au 50.000e (Excursion du 6 septembre 1908), publiée dans le *Livret-Guide de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France en 1908* [1]. Jusqu'ici il n'y avait pas été trouvé de fossiles, et ce calcaire avait été attribué au niveau à *Uncites Galloisi* et considéré comme Givétien, par analogie avec les gisements de Montjean et de Chalonnes étudiés par Nicholson, par Œhlert et par M. Barrois [2].

Il est situé sur le versant sud du coteau qui borde, de Chalonnes au Tombeau Leclère, la rive gauche de la Loire, ou

---

Loire ; C. R. de l'Académie des Sciences, t. CLXX, p. 1193, séance du 17 mai 1920.

[1] Ed. et L. Bureau, L. Davy et A. Dumas, Livret-Guide de la réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France à Nantes et à Châteaubriant du 1er au 9 septembre 1908 ; Bull. de la Soc. des Sc. nat. de l'O. de la France, 2e sér., t. VIII, 1908.

[2] Nicholson, On some new or imperfectly known Corals from the Devonian rocks of France ; Ann. and Mag. of Nat. Hist., p. 13-24, pl. I, 1881.

D.-P. Œhlert, Note sur le Calcaire de Montjean et de Chalonnes (M.-et-L.) ; Ann. des Sc. géol., t. XII, p. 1-12, pl. 4 et 5, 1881.

Ch. Barrois, Mém. s. le Calc. dévonien de Chaudefonds (M.-et-L.) ; Ann. de la Soc. géol. du Nord, t. XIII, p. 170-205, pl. 4 et 5, 1889.

Ed. et L. Bureau, Carte géologique détaillée de la France au 80.000e, no 305, feuille d'Ancenis, 1890.

L. Bureau, Notice sur la géologie de la Loire-Inférieure (Nantes et la Loire-Inférieure, vol. III, 1900).

Ed. et L. Bureau, L. Davy et A. Dumas, *loc. cit.*, 1908.

Ed. et L. Bureau, L. Davy et A. Dumas, Réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France à Nantes, Chalonnes et Châteaubriant, du 1er au 9 sept. 1908, excursion du 6 sept. à Montjean, Chalonnes et Rochefort-sur-Loire, par L. Bureau ; Bull. de la Soc. géol. de France, 4e sér., t. VIII, p. 624 à 641, 1908.

plutôt du Louet, qui peut être considéré en ce point comme le bras sud du fleuve. Tandis que le flanc abrupt de ce coteau, aspectant le Louet du côté nord, offre, au sortir de Chalonnes, des poudingues redressés, des schistes et des grès calcarifères [1], la crête de ce même coteau est formée de grès, de Phtanites et de schistes parfois ampéliteux et noduleux, dont on ne voit guère, dans le talus du chemin passant par la Motte, la Grange et la Maison-Neuve, que la partie superficielle. En suivant ce chemin, après un banc de grès que l'on aperçoit à la Motte, lorsqu'on a quitté les poudingues, on rencontre des Phtanites ; celles-ci m'ont fourni un *Monograptus* assimilable à *M. lobiferus* (Mc Coy), tandis qu'un point voisin a donné à M. L. Bureau *Monograptus tenuis* Lapw., *M. convolutus* His. et *Climacograptus scalaris* Linn. sp. Sur la carte au 50.000^e citée plus haut [2], ce banc de phtanites est indiqué comme suivant d'abord (à l'E.) la direction nord-ouest pour prendre (à l'O.), après avoir dépassé la longitude de la Grange et s'être approché très près du bord abrupt du coteau, la direction ouest-sud-ouest et venir passer au pied du tombeau Leclère.

En continuant vers l'ouest sur le petit chemin, après avoir dépassé les Phtanites que l'on laisse au nord, sur la crête du coteau, on rencontre des grès, d'aspect très semblable aux précédents, où j'ai pu voir des traces de scolithes comme on en rencontre souvent dans les grès gothlandiens de la région, puis, aux approches de la ferme de la Grange, des schistes plus ou moins ampéliteux, enfin des schistes à nodules siliceux qui ne m'ont, jusqu'ici, donné aucun fossile déterminable, et que l'on suit jusqu'à la ferme de la Maison-Neuve où le chemin s'inclinant progressivement sur le flanc sud du coteau devient encaissé. En ce point on peut constater leur direction nettement inclinée vers le sud-ouest, comme la portion de banc de Phtanites indiquée immédiatement au nord.

La direction du chemin qui descend très obliquement le flanc sud du coteau nous a rapproché progressivement de la ligne où ont été signalées les lentilles calcaires des Pierres-Blanches, du sud de la ferme de la Motte, de la ferme de la Grange, à laquelle nous reviendrons, et de la ferme de la Maison-Neuve.

---

[1] L. Bureau, *loc. cit.*, p. 635, 1908. Carpentier, Notes d'excursions paléobotaniques à Chalonnes et Montjean (M.-et-L.) ; Bull. Soc. géol. de France, 4^e sér., t. XIX, p. 262, 1920.

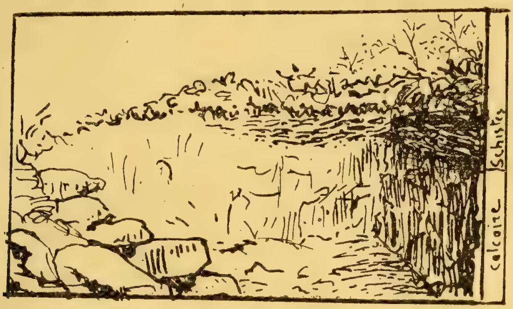
[2] Ed. et L. Bureau, Davy et Dumas, *loc., cit.*, 1908.

En ce dernier point, au pied sud-ouest du coteau interrompu plus loin, nous apercevons, après avoir dépassé les schistes à nodules silicieux, les grès argileux à débris végétaux, signalés par M. L. Bureau, puis, formant saillie au sud, les calcaires.

Nous traversons les prés bas situés au sud, et nous atteignons des bancs saillants de schistes et de grès qui n'ont fourni jusqu'ici que des scolithes, et que traverse, dans sa direction sud, le chemin qui nous permet d'atteindre la route de Montjean à Chalonnes.

Revenons maintenant à la ferme de la Grange. Tandis que le talus du chemin, aux abords nord-est de la ferme, avait donné des schistes plus ou moins ampéliteux, le talus sud, immédiatement à l'est des bâtiments, montre les schistes à nodules silicieux que l'on a suivis jusqu'à la Maison-Neuve. Un trou creusé à l'angle d'un champ bordant le chemin au sud permet de voir en ce point le contact de ces schistes avec le calcaire. C'est cette petite excavation qui nous a fourni la faune décrite ici.

Les schistes noduleux apparaissent sur la paroi nord de l'excavation, au-dessus du calcaire qu'ils recouvrent en partie. Au contact des deux roches, on observe, emballés dans le calcaire, des nodules et des fragments anguleux, plus ou moins petits, des schistes eux-mêmes. De ce côté, le terrain se présente en coupe sensiblement parallèle à sa direction générale, et il suffirait que les bancs soient redressés légèrement au delà de la verticale pour que la série paraisse renversée. L'aspect est beaucoup plus net sur la paroi ouest (fond de la carrière) où la coupe est sensiblement transversale : là on voit les schistes noduleux surmontant le calcaire en lit horizontal et même concave quoique la présence des fragments et des nodules dans le calcaire lui-même, au contact, montre bien qu'ils lui sont antérieurs et ont été démantelés par lui ; le renversement de la série est complet.



La Carrière de la Grange.

La paroi sud, plus basse, la surface du sol s'abaissant de ce côté, ne montre que le calcaire, et le côté est, en pente douce et encombré de pierres extraites, ne montre pas de coupe.

Le calcaire lui-même est à grain fin, compact, de couleur grise, particulièrement près du contact avec les schistes. A ce niveau, les fossiles sont orientés en tous sens, mais leur test n'est aucunement roulé et les détails les plus fins sont conservés. Malgré cela les coquilles sont souvent brisées, les Trilobites toujours plus ou moins désarticulés, les plus petits Lamellibranches ayant seuls, parfois, leurs deux valves.

On remarque surtout dans ce calcaire un grand nombre d'Orthocères, dont certains de grandes taille ; dans quelques lits abondent des débris d'Encrines ou de Tentaculites et, dans ce dernier cas, la roche a un aspect grauwackeux et un peu schisteux. Les fragments les plus tendres et les plus exposés à l'air sont en partie décalcifiés et sont colorés par l'oxyde de fer.

On peut donc extraire de ce petit espace des fragments de brèche à pâte de calcaire marbre gris et à éléments anguleux de schiste de couleur foncée (ceux-ci souvent très petits) et à éléments arrondis plus rares formés par les nodules silicieux ; un marbre gris à Orthocères ; un calcaire à Tentaculites ; et un calcaire à crinoïdes dont l'élément dominant est formé d'articles d'Encrines accumulés sans ordre ; ces deux derniers facies beaucoup moins durs et moins solides. La zone bréchoïde n'a qu'une épaisseur très minime (quelques centimètres).

II. — DESCRIPTION DE LA FAUNE.

A. — Trilobites.

Goldius furcifer CORDA, *sp.* (Pl. I, fig. 1).

1852 — *Bronteus furcifer* BARRANDE, Syst. silur. de la Bohême, vol. I, p. 858, pl. 48, f. 36, 37, et Suppl. au vol. I (1872), p. 146, pl. 11, f. 13-18.

Un fragment important du cephalothorax comprenant la glabelle et la joue fixe gauche et répondant absolument à la fig. 13 de la pl. 11 de Barrande (Supplément). L'épine latérale gauche, entière sur la figure de Barrande, s'est brisée, mais l'épine occipitale, dont la base seule est représentée sur cette figure, subsiste. Le test est lisse.

Un fragment de pygidium comprenant la plus grande partie de la côte médiane et des premières côtes latérales de chaque côté a tous les caractères indiqués par Barrande. Le test paraît lisse à l'œil nu, mais présente à la loupe de très fines granulations. La côte médiane, non seulement ne change pas de largeur, mais est même plus large dans la partie qui joint l'axe, comme dans la figure de Barrande ; la bifurcation n'est pas conservée. Les côtes latérales gardent à peu près la même largeur sur tout le parcours conservé.

Barrande a récolté cette espèce aux environs de Hlubocep et de Chotecz, en Bohême. Il la considère comme caractéristique de la bande g_1.

Goldius canaliculatus GOLDF. *sp.* (Pl. I, fig. 2).

1843 — *Bronteus canaliculatus* GOLDFUSS, Neuer Jahrb. f. Miner., p. 550, pl. VI, f. 6.

?1843 — *Bronteus signatus* Rœmer (*non* Phillips), Verst. Harzgeb., p. 37, pl. XI, f. 2, 3.

1866 — *Bronteus canaliculatus* Barrois, Calc. dév. de Chaudefonds, Ann. Soc. géol. du N., t. XIII, p. 176, pl. IV, f. 4.

Un pygidium présentant 7 côtes latérales et se rapportant très exactement à la figure de M. Barrois. Sur notre échantillon on voit nettement que la côte médiane n'est pas bifurquée, ce qui la rapproche de *B. signatus* F.-A. Rœmer. Du reste, M. Barrois incline à réunir ces deux espèces ; sur l'échantillon de Chaudefonds qui la figure, la côte médiane est incomplète. En tous cas notre échantillon diffère de *B. elongatus* Barrande chez qui la bifurcation existe.

B. canaliculatus Goldfuss est signalé dans l'Eifélien et le Givétien. La carrière Vallet à Chaudefonds (près Chalonnes) où il existe est considérée comme de l'extrême base du Givétien (couches à crinoïdes de l'Eifel). *B. signatus* est signalé par Rœmer à Gerolstein, comme *B. canaliculatus*.

Goldius thyzanopeltis Barrande, *sp.* (Pl. I, fig. 3).

1847 — *Thyzanopeltis speciosa* Corda, Prodr., p. 18, pl. VI, f. 64.

1852 — *Bronteus thyzanopeltis* Barrande, Syst. sil. de la Bohême, t. I, p. 843, pl. 47, f. 6-12, et Suppl. (1872), p. 135, pl. 16, f. 25, 26, pl. 31, f. 23.

Un fragment comprenant la partie fixe du cephalothorax répondant bien aux figures 6 de la pl. 47 et 25 de la pl. 16 (Supplément) de Barrande. Le limbe, concave en avant de la glabelle, est un peu plus large que sur la fig. 6, pl. 47, mais de la largeur indiquée fig. 25, pl. 16 (Supplément). On observe à la loupe, sur la joue gauche, l'apparence écailleuse du test qu'a observée Barrande. *Goldius Bureaui* Trom. et Leb., de Pont-Maillet, donné par Cailliaud comme une var. de *G. thyzanopeltis*, et connu par un pygidium seul, ainsi qu'un *Bronteus* d'Erbray signalé par M. Barrois, mais indéterminé spécifiquement, sont à rapprocher. Frech (Lethea II, p. 123), considère le groupe de Thyzanopeltis comme caractéristique du dévonien moyen. Cette espèce est connue dans le calcaire de Griefenstein et dans le calcaire de Konieprus ; Barrande la signale dans ses bandes f_2 et g_1.

Phacops Sternbergi Corda. (Pl. I, fig. 4).

1854 — *Phacops Sternbergi* Barrande, Syt. sil. Boh., p. 510, pl. 20, f. 18-29.

Un cephalothorax répondant bien aux figures et à la description de Barrande : yeux saillants, largeur maxima de la glabelle égale au quart de la longueur. Sur l'œil gauche, on distingue au moins 20 files de lentilles avec 9 ou 10 lentilles par file au maximum.

Espèce très voisine de *P. intermedius* comme le remarque Barrande, qui les a confondues dans ses premiers travaux.

Pour Barrande, *P. Sternbergi* caractérise l'étage G ; Frech (Lethea) rapproche même les localités où il a été trouvé, tant en Bohême (Dworetz, Hostin et Mnemian) qu'à Griefenstein (calc. à crinoïdes) en Thuringe et à Karawanka (calc. de Villach) comme correspondant exactement au niveau g_1.

Cheirurus Sternbergi Bœck *sp.* (Pl. I, fig. 5).

1852 — *Cheirurus Sternbergi* Barrande, Syst. sil. Boh., t. I, p. 795, pl. 41, f. 29-39, et Suppl. (1872), p. 94, pl. 12, f. 8-15.

1889 — *Cheirurus Sternbergi* Barrois, Faune du calcaire d'Erbray, Mém. Soc. géol. du N., t. III, p. 235, pl. 17, f. 3.

Sept cephalothorax, plus ou moins entiers, un hypostome, des anneaux, dont un premier anneau articulé avec la base de l'anneau occipital ; le plus grand cephalothorax a 25 mm. de longueur.

Tous les échantillons sont nettement distincts de *Ch. gibbus* : taille plus grande, pointes génales plus longues, glabelle moins gibbeuse, joues plus étalées ; les sillons antérieurs et moyens ne sont pas « presque rectilignes ».

Le test est plus granuleux que ne l'indique Barrande et rappelle plutôt la figure de Kayser (1877, Fauna des Alt. Devon. Alb. d. Harz., pl. V, f. 7).

Les échantillons de la Grange se rattachent aux formes typiques de l'étage G de Bohême : ils diffèrent de la var. *affinis* Corda de l'étage F, qui a les pointes génales plus courtes, et de la mutation *myops* Rœmer, de la partie supérieure du Dévonien moyen, dont le cephalothorax tend à prendre la forme triangulaire. Un fragment de cephalothorax de 3 mm. de hauteur comprenant la moitié de la glabelle et la joue fixe gauche dont la pointe génale, probablement brisée, a le test entièrement granuleux et la joue plus bombée que la glabelle. Étant donné les variations observées, je pencherais à y voir, plutôt qu'une variété, une déformation accidentelle ou un caractère de jeune.

Barrande signale cette espèce aux niveaux E, F, G, H ; Frech (Lethea II, 1) rappelle, d'après Kayser et Holzappfel, qu'il existe dans le calcaire de Griefenstein (= Mnemian) ainsi que dans le calcaire noir et les formations intermédiaires ; il note également sa présence dans les Alpes Carniques à Villach (Karawanka) (= g_1) ; il est connu en Angleterre à Torquay. M. Barrois lui rapporte un hypostome du calcaire blanc d'Erbray.

Ch. gibbus, qui est connu en Bohême (Barrande) aux niveaux F et G, et, hors de Bohême, dans le calcaire à Stringocephales, a été signalé par M. Barrois à la carrière Vallet (1886. Calc. dévon. de Chaudefonds, Ann. Soc. géol. du N.), mais, son échantillon étant incomplet, il ne donne cette détermination que comme provisoire ; de nouvelles recherches seraient intéressantes. Guéranger (1853) a dit posséder *Ch. gibbus* provenant de Pont-Marie en Viré.

Cyphaspis Gaultieri Rou., Collin rev. (Pl. I, fig. 6).

1851 — *Cyphaspis Gaultieri* Rouault, Soc. géol. de France, 2e sér., t. VIII, p. 382.

1912 — *Cyphaspis Gaultieri* Collin, Région dévonienne occidentale du Finistère, Thèse, Paris, p. 275, pl. I, f. 1, 2, 3.

Trois petits cephalothorax moins les joues mobiles répondant bien à la description de M. Collin, avec l'anneau occipital bien développé. Le limbe en avant de la glabelle semble toutefois un peu plus large et un peu plus oblique. Ce dernier caractère rapproche nos échantillons de *C. convexa* Corda (v. plus loin), tandis que le premier les rapproche de *C. ceratophtalmus* Goldfuss *sensu* Sandberger (Nassau II, 4), mais l'absence des lobes palpébraux et des joues mobiles, ainsi que la disparition presque complète du test granuleux, empêchent la comparaison.

Dans le Finistère occidental, M. Collin signale cette espèce dans tout l'Eifélien, surtout aux zones 3 et 4 ; il dit l'avoir reconnue à Vern. De Tromelin et Lebesconte (1876, Bull. Soc. géol. de Fr., 2e sér., t. IV) la signalent à Erbray (calc. bleuâtre et gris noirâtre), mais M. Barrois (1889, Faune d'Erbray) ne l'y a pas retrouvée. M. Barrois (*Ibid.*) la signale à Pont-Maillet ; il l'y assimile au *Cyphaspis Burmeisteri* Barr., var. de Cailliaud, mais avec doute, de nouvelles découvertes étant nécessaires pour établir ses relations avec *C. hydrocephala* A. Rœmer. D'autre part, M. Collin remarque, sur un exemplaire de la collection Lebesconte qu'il a eu entre les mains, un limbe horizontal, une glabelle moins proéminente que chez l'espèce de Rœmer, les tubercules formés par les lobes occipitaux plus petits et l'anneau occipital atrophié (ce dernier caractère provenant peut-être d'un mauvais état de conservation). Ces caractères l'éloignent de *C. hydrocephala* et même, malgré une forte ressemblance d'ensemble, de *C. ceratophtalmus* ; peut-être faudra-t-il le rapprocher de *C. convexa* qui suit.

Sandberger donne *C. ceratophtalmus* comme existant à Gerolstein et dans le calcaire à Stringocephales du Harz.

Cyphaspis convexa Corda *sp.* (Pl. I, fig. 7).

1852 — *Cyphaspis convexa* Barrande, Syst. sil. Boh., p. 490, pl. 18, f. 52, 53.

Je crois devoir rapporter à cette espèce dont j'ai signalé plus haut les rapports avec les échantillons précédents un cephalothorax de même taille qu'eux et dépourvu également de ses joues mobiles. Il possède aussi une ornementation granuleuse avec des tubercules assez forts et inégaux en grande partie disparus ; mais le limbe est bien plus oblique et la glabelle, quoiqu'un peu usée, semble avoir été moins saillante, surtout en avant. Autant qu'il est possible de le voir, les yeux n'étaient pas très saillants. L'anneau occipital est bien développé, quoique moins saillant que la glabelle, et porte au milieu un petit tubercule. L'ensemble répond bien aux figures de Barrande. Cet auteur le signale en Bohême à Dworetz et à Lochkow (étage G).

Cyphaspis hydrocephala A. Rœmer *sp.* (Pl. I, fig. 8).

1845 — *Calymene hydrocephala* A. Rœmer, Verst. Harzgeb., p. 38, tf. 11, f. 7.
1852 — *Cyphaspis Barrandei* Corda, Barrande, Syst. sil. Boh., p. 486, pl. 18, f. 38-48.
1855 — *Cyphaspis hydrocephala* A. Rœmer, Beitr. III, p. 119, tf. 16, f. 1.
1858 — *Cyphaspis hydrocephala* Giebel, Sil. Fauna Unterharz., p. 7, tf. 2, f. 12.
1878 — *Cyphaspis hydrocephala* Kayser, Fauna des altesten Devon. Ablag. des Harzes, p. 17, tf. 3, f. 16-18.

Un cephalothorax incomplet présentant une glabelle plus proéminente et plus bombée que les échantillons rapportés à *C. Gaultieri* ; les tubercules formés par les lobes occipitaux sont plus gros ; les joues fixes très gonflées, comme on le voit sur les figures 38, 39, 41 et 42 de Barrande (*C. Barrandei*), l'anneau occipital bien développé. Ce sont justement là les caractères qui éloignent cette espèce de *C. Gaultieri* d'après M. Barrois. Toutefois, le bord du limbe étant brisé et les pédoncules oculaires n'existant plus, cette détermination laisse encore place à quelque doute.

En Bohême, Barrande signale cette espèce aux étages F et G (Mnemian et Hostin) (g_1 pour Frech, Kayser et Holzappfel) ;

Frech le signale en outre dans le calcaire de Gunterode à Wildungen et dans le calcaire récifal du Vorlager Thörl dans les Alpes Carniques ; M. Mailleux (Remarques sur la Faune trilobitique de l'assise des schistes calcaires à *Calceola sandalni* du bord sud du bassin de Dinant, Bull. de la Soc. belge de Géol., t. XXIX, fasc. 2, p. 52, 1919) le signale dès les schistes à *Spirifer speciosus* (Co 2^a), en rappelant sa présence connue dans les assises à *Sp. cultrijugatus* et à *Calceola Sandalina* de l'Eifel.

Proetus vicinus BARRANDE. (Pl. I, fig. 9).

1872 — *Proetus vicinus* BARRANDE, Syst. sil. Boh., t. I, Suppl., p. 17, pl. 16, f. 9-14.

1889 — *Proetus vicinus* BARROIS, Faune du Calcaire d'Erbray, p. 246, pl. 17, f. 10.

Une glabelle se rapprochant davantage de la fig. 9 de Barrande que celle de M. Barrois.

Barrande signale cette espèce en Bohême au niveau g_1 ; M. Barrois à Erbray (calcaire gris et bleu).

Proetus Cuvieri STEININGER. (Pl. I, fig. 10).

1833 — *Proetus Cuvieri* STEININGER, Mém. Soc. géol. de France, 1^{re} sér., t. I, p. 355, pl. 21, f. 6.

1843 — *Proetus lævigatus* GOLDFUSS, Neuer Jarb. f. Miner., p. 557, pl. 4, f. 3.

1889 — *Proetus Cuvieri* STEIN (= *lævigatus* Goldf.) Barrois, Faune d'Erbray, p. 241 (citation).

Un cephalothorax avec la joue mobile ; le test lisse de la glabelle le distingue de *P. bohemicus* (Cf. Barrois, Erbray, p. 241) ; les facettes de l'œil gauche sont très visibles. De Tromelin et Lebesconte signalent à Pont-Maillet *P. lævigatus* « voisin de *P. Cuvieri* Stein » (Cf. Barrois, Erbray, p. 266). M. Mailleux *(loc. cit.)* la signale dans tout le Couvinien supérieur.

Proetus complanatus BARRANDE. (Pl. I, fig. 11).

1852 — *Proetus complanatus* BARRANDE, Syst. sil. Boh., t. I, pl. 17, f. 34-41.

Je rapporte à cette espèce de nombreux fragments de cephalothorax (glabelles et joues fixes) dont le profil est assez plat, la glabelle à tendance quadrangulaire avec la partie antérieure arrondie et souvent un peu plus étroite que la partie postérieure, les lobes à peu près indistincts et la surface très finement granulée ; le limbe en bourrelet, orné de stries concentriques très nettes, un peu relevé en avant où il a tendance à former une pointe peu sensible, donnant à l'ensemble l'aspect un peu « ogival », séparé de la glabelle par un sillon étroit et profond ; l'anneau occipital est finement granuleux, comme la glabelle. D'une façon générale, les exemplaires répondent bien aux figures de Barrande.

Je crois devoir réunir à la même espèce, quoique je ne les ai jamais trouvées en connexion, des joues mobiles auxquelles l'œil à facettes est parfois uni, ayant le même limbe en bourrelet, orné de stries concentriques, avec une pointe génale assez longue, et se rapportant bien aux figures de Barrande pour *P. complanatus* (Fig. 12). La taille, variable, quoique toujours petite, se rapporte bien à celle des glabelles, lesquelles ne dépassent guère 4 mm. de longueur.

Il est intéressant de comparer ces joues mobiles à celles signalées à Erbray par M. Barrois et déterminées par lui (p. 246) *Proetus cornutus* Goldf. L'extrême ressemblance de mes échantillons avec ceux de M. Barrois me les aurait fait assimiler à l'espèce de Goldfuss, n'était la présence des glabelles. Les deux espèces, qui du reste ont de nombreux points de ressemblance, auraient peut-être lieu d'être étudiées à nouveau. Je remarque toutefois sur la fig. 3, pl. 3, de Sandberger (Verst. Rhein. Sch. Nassau, 1850-1855) que la partie fixe du limbe se prolonge fortement de chaque côté, ce qui ne répond pas à ce que j'ai vu sur les parties fixes de cephalothorax de la Grange et ne correspond pas au profil de la suture de nos joues mobiles. Du reste, le profil de la suture, sur la figure de M. Barrois, correspond à celui de nos échantillons et non au dessin de Sandberger sur lequel, d'autre part (fig. 3 c), le profil du cephalothorax vu de côté, très différent, rappelle plutôt un profil de *Cyphaspis*.

Sur nos échantillons, l'œil est placé en arrière (Cf. la fig. de M. Barrois, Erbray, pl. 17, f. 9).

Barrande signale *P. complanatus* à Mnemian (f_2 ; g_1 pour Frech).

Proetus cf. **unguloïdes** BARRANDE. (Pl. I, fig. 13).

1852 — *Proetus unguloïdes* BARRANDE, Syst. sil. Boh., t. I, p. 444, pl. 15, f. 23-27.

1878 — *Proetus unguloïdes* KAYSER, Alt. Faun. d. Harzes, p. 12, tf. I, f. 12.

Peut-être faut-il rapprocher de *P. unguloïdes* Barrande trois parties fixes de cephalothorax à glabelles à tendance triangulaire, à test lisse, sans lobes apparents ; profil aplati ; limbe large et assez plat en avant de la glabelle ; la bordure qui subsiste de chaque côté de celle-ci indique que les yeux en étaient assez écartés ; sur l'anneau occipital, on distingue un petit tubercule central.

Peut-être faut-il en rapprocher aussi deux joues mobiles à pointes génales assez longues et écartées, bourrelet assez large et lisse. De meilleurs échantillons seraient nécessaires pour une détermination précise.

Barrande note la présence de *P. unguloïdes* à Mnemian (f_2 ; g_1 pour Frech) et Kayser à Mittelberg près Zorge.

N. B. Le gisement de la Grange m'a fourni de nombreux petits pygidiums isolés dont certains se rapportent aux figures de Barrande pour *P. unguloïdes* et *P. vicinus*. En l'absence d'individus complets, je crois plus prudent de ne pas essayer d'assimilation [1].

---

[1] Deux autres espèces de Trilobites de La Grange, étudiées au cours de l'impression : *Harpes* cf. *macrocephalus* Goldf. et *Acidaspis vesiculosa* Beyr. ? seront décrites à la fin du travail.

B. — Orthocères.

Les Orthocères sont très nombreuses dans le gisement de la Grange, mais, malgré le bon état de conservation de beaucoup d'entre elles, leur assimilation est rendue très difficile par la grande quantité d'espèces décrites jusqu'ici.

Je laisse de côté, tout d'abord, les échantillons à forme cylindro-conique et à test sans autre ornement que de très petites fossettes ou scrobicules disposées irrégulièrement sur la surface et de forme variable quoique tendant à un contour circulaire. Ces fossettes, la plupart du temps, ne traversent pas le test. Quoique Barrande ait retenu ce caractère pour certaines espèces, telles que *O. argus* de f_2 (Syst. sil. Boh., t. II, pl. 325, 329, 364) et *O. concors* de g_3 (*Ibid.*, pl. 307), il paraît vraisemblable, pour les échantillons de la Grange tout au moins, que ces scrobicules sont dues à des causes artificielles : commencement de décalcification ou plutôt attaque de la coquille par des êtres vivants, comme les Algues et les Éponges perforantes. Je dois noter, en tous cas, qu'aucune de ces perforations ne m'a paru assimilable à celles produites actuellement par des Polychètes ou par les Gastropodes carnassiers : aucun test de mollusque ou de Brachiopode ne m'a paru du reste, à la Grange, avoir été attaqué par ces derniers.

Orthocères à test lisse.

Beaucoup d'Orthocères à test lisse ne sont peut-être que des coquilles dont les ornements sont usés ; nombreux sont du reste les échantillons dont l'ornementation n'est qu'en partie conservée sur le fossile et sur son empreinte.

Certains exemplaires de grande taille (jusqu'à 4 et 5 cm. de diamètre), cylindro-coniques, à test lisse, coquille épaisse, section circulaire et siphon central, rappellent *Orthoceras crassum* F.-A. Rœmer, telle que la figure Sandberger (Nassau, pl. 19, f. 1), mais je n'y ai pas vu les ornements rayonnants de la cloison figurés par Rœmer (1854, Geol. Kentn. d. dev. Harzgeb., p. 75, pl. 11, f. 23, *O. crassum*, Beyr). M. Collin (*loc. cit.*, 1912, p. 282) signale l'espèce de Sandberger dans sa première subdivision de l'Eifélien du Finistère occidental. Toutefois, ayant vu dans les collections du Muséum de Nantes un échantillon de ce niveau, lisse, mais dont l'empreinte externe laisse voir une fine ornementation de stries circulaires serrées, je n'ose me prononcer sur cette espèce.

Il est certain cependant qu'il existe à la Grange de nombreux échantillons appartenant à une ou plusieurs espèces à test lisse, avec siphon central ou subcentral, section circulaire et cloisons écartées. Peut-être faut-il les rapprocher de l'espèce indéterminée signalée par de Verneuil (1850, Tabl. des foss. du terr. dévon. du dép. de la Sarthe, Bull. Soc. géol. de France, 2e sér., t. VII, p. 778) à Brûlon et à Viré, avec la mention : « Test lisse, cloisons écartées, siphon subcentral légèrement étranglé au passage des cloisons », et par Guéranger (1853, Répert. paléontol. de la Sarthe, p. 10) : « Test lisse, cloisons écartées, Pont-Marie, ma collection ».

Peut-être faut-il les rapprocher également d'*Orthoceras regulare* Schloth. *sensu* d'Archiac et de Verneuil (1842, Foss. of the old. dep. of the rhen. prov., pl. 27, f. 2) et *sensu* Sandberger (1850-56, Nassau, p. 173, pl. 20, f. 2) signalé par Rouault à Izé et à Gahard (Bull. Soc. géol. de France, 1846, 2e sér., t. IV, Gahard, citation) et par M. Barrois dans les schistes de Porsguen (1898). M. Collin (1913) signale dans les grès de Landevennec *O. regulare* Barrande.

Les seuls échantillons que j'ai retenus pourraient être rapprochés des figures de de Verneuil et de Sandberger. Ce sont des coquilles de petite taille dont les cloisons sont à peine visibles sur le test ; mais elles sont un peu plus coniques. Je n'ai pas pu observer le rétrécissement du siphon que signale de Verneuil au niveau des cloisons ; sur un échantillon, celles-ci sont très peu bombées. Il est encore difficile d'établir des assimilations tant soit peu précises avec les espèces de Bohême, étant donné leur grand nombre.

Orthoceras cf. **gracile** d'Archiac et de Verneuil.

? — *Orthoceras gracilis* Blumenbach, Arch. telluris, pl. II, f. 6, de la Bêche, trad. fr., p. 556.

1842 — *Orthoceratites gracilis* d'Archiac et de Verneuil, Fossils of the older deposits of the rhenish province, p. 344, pl. 27, f. 4.
? 1874 — *Orthoceras alumnus* Barrande, Syst. sil. Boh., t. II, pl. 364.
Cf. 1874 — *Orthoceras Zippei* Barrande, *loc. cit.*, pl. 400, 411, 447.

Test lisse, section circulaire, coquille en cône très allongé, siphon excentrique, à peu près à égale distance du centre et du bord.

Ces caractères l'éloignent d'*O. gracilis* Blumenbach qui est à peu près cylindrique et a un siphon marginal, mais l'écartent moins d'*O. alumnus* Barrande, presque cylindrique aussi, mais à siphon moins excentrique (étage f_2). Elle se rapproche davantage d'*O. gracilis* d'Arch. et Vern., un peu plus conique et dont le siphon est à peu près à égale distance du centre et du bord ; mais elle est un peu moins conique que *O. venustus* Munst. dont le siphon est un peu plus près du centre que du bord et que *O. Zippei* Barrande dont les caractères se rapprochent beaucoup de ceux du précédent (étage f_2). Ces différentes formes me semblent, du reste, très proches parentes. Chez les deux exemplaires de la Grange, les cloisons sont peu bombées ; le test empêche de voir l'écartement de celles-ci.

L'Orthocère de d'Archiac et de Verneuil provient de Wissembach.

Orthoceras cf. minusculum Barrande.

1874 — *Orthoceras minusculum* Barrande, Syst. sil. Boh., pl. 442.

Plusieurs petits fragments à test lisse et à section elliptique, à bords presque parallèles (angle apical très aigu) rappellent *O. minusculum* Barrande (étage f_2). Malheureusement le siphon, que Barrande du reste n'a pas figuré, n'est pas conservé. Un grand fragment, de 18 mm. de grand diamètre sur 13 de petit diamètre, mais dont le siphon n'est également pas visible, rappellerait plutôt *O. digitus* Barrande (*Ibid.*, pl. 421), étage f_2.

Il faudrait aussi comparer ces formes avec *O. compressum* Rœmer (*in* Sandberger, Nassau, p. 158, pl. 18, f. 1) dont le siphon est marginal.

Orthocères à stries longitudinales.

Orthoceras analogum Barrande. (Pl. I, fig. 14).

1874 — *Orthoceras analogum* Barrande, Syst. sil. Boh., t. II, pl. 424, f. 29.

1874 — *Orthoceras reluctans* Barrande, *Ibid.*, t. II, pl. 277, 422.

Un gros exemplaire (3 cm. de diamètre) cylindro-conique, à angle apical très faible, sans renflements et à siphon central, test orné de côtes longitudinales très fines, rectilignes et régulièrement espacées laissant entre elles un sillon lisse, à fond plat, trois fois plus large que les côtes, se rapporte exactement à *O. analogum* Barrande (étage g_3).

Il diffère d'*O. planicanaliculatum* Sandberger (1851, Rhein. Sch. Nassau, p. 161, pl. 18, f. 4) qui a des côtes fines entre les côtes principales (comme *O. Bacchus* Barrande, *loc. cit.*, pl. 213, 270, 271) et un siphon excentrique. De plus, je n'ai pas vu sur l'échantillon de la Grange les deux lignes longitudinales visibles sur le moule interne signalées par Sandberger dans sa diagnose (« lineæ normales duo, subcarinatæ, canaliculo tenui utriusque finitæ, siphoni proxima latior, adversa tenuior ») et sur ses figures 4 et 6.

Le fossile de Sandberger provient des schistes à Orthocères de Wissembach et l'*Orthoceras Bacchus* existe à l'étage E et à l'étage g_1. Kayser (1878, Fauna des Harzes, pl. 20, fig. 6) a assimilé à *O. planicanaliculatum* un fossile des calcaires à *Cardiola interrupta* de Tannenberg près Œhrenfeld, environs d'Ilsenbourg. Collin le signale dans la zone à *Posidonomya engyra* (Gothlandien) et au début du Gédinien, dans l'ouest du Finistère (Thèse, 1912). Du reste, Barrande figure plusieurs espèces de même ornementation dans ses étages correspondant au silurien supérieur.

L'échantillon de la Grange n'a que la couche externe de son test, laquelle est mince, ornée des côtes fines et bien marquées décrites plus haut (f. 14 *c*). Aux points où cette couche subsiste, la ligne de suture des cloisons n'est pas visible. Pour peu qu'elle soit usée, cette ligne apparaît, et l'échantillon présente alors les caractères de *O. reluctans* Barrande (pl. 277 et 422, ét. g_1). Mais les côtes fines sont creuses et forment de petits canalicules extrêmement ténus, de sorte que la surface un peu plus usée ne paraît plus ornée que de stries fines, en creux, représentant la coupe de ces canalicules (f. 14 *d*, 2). Un peu plus usée encore (f. 14 *d*, 3), la coquille n'est plus ornée que de sillons longitudinaux, arrondis et égaux, alternativement en creux et en relief, le creux répondant aux canalicules, c'est-à-dire aux côtes, le relief aux parties plates situées entre celles-ci sur le test non roulé. Pour peu que la coquille soit plus usée encore, ces ornements s'effacent de plus en plus (f. 14 *d*, 4 et 5) et la coquille, pourvue de ses couches internes seules, plus épaisses que ses couches externes enlevées, paraît lisse. Ainsi pourrait-on déterminer de plusieurs façons, suivant le point envisagé et son degré d'usure, un exemplaire unique.

J'ai rattaché à la même espèce plusieurs échantillons de la Grange présentant, sur tout ou partie de leur test, l'un des degrés d'usure énumérés plus haut. La plupart répondent aux caractères d'*O. reluctans* qui, en conséquence, me paraît être un synonyme.

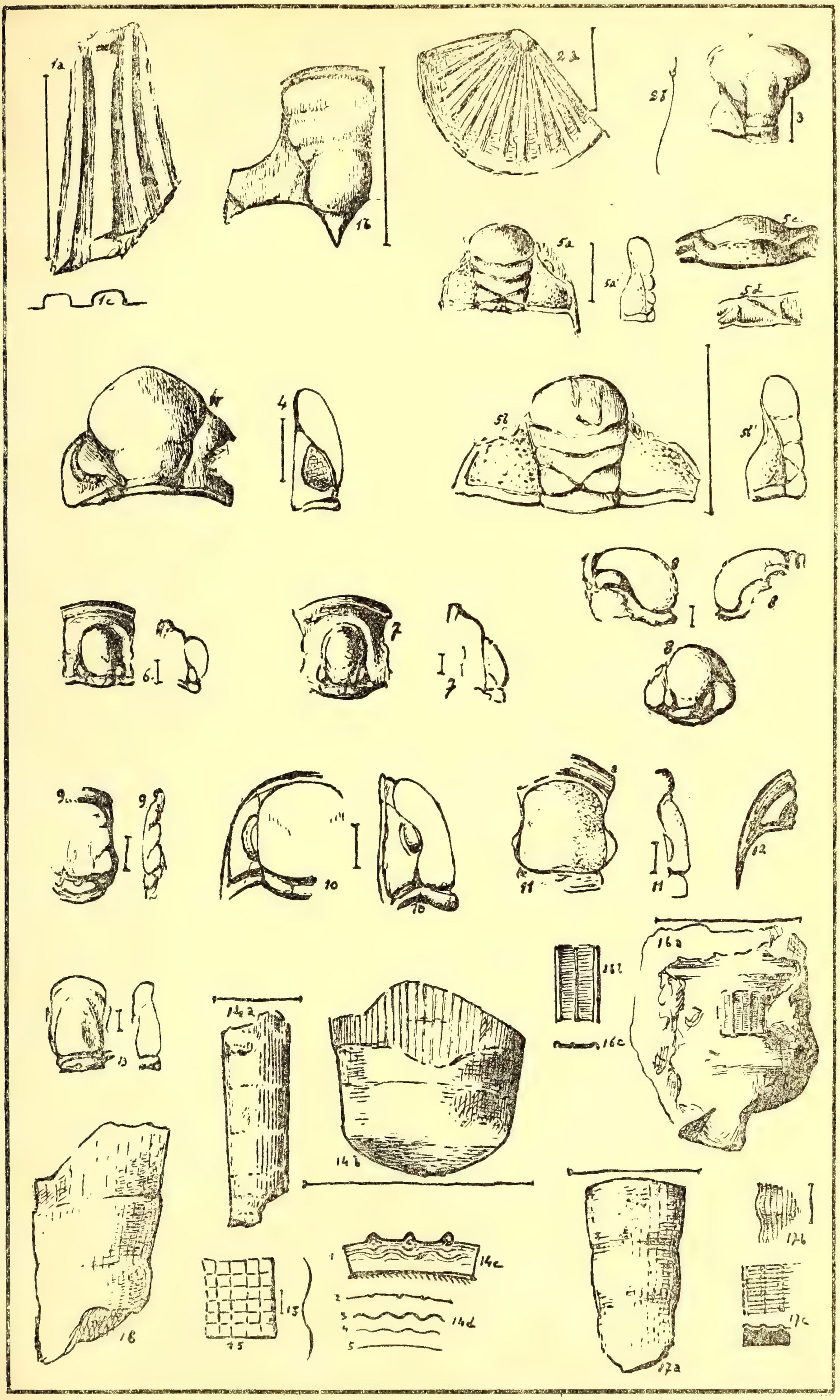
Un très léger déplacement du siphon le rapprocherait (à l'état *d* 2) de certaines formes d'*O. evanescens* Barr. (*Ibid.*, pl. 361, f. 20) ou, si le test était en parfait état, d'*O. planicanaliculatum*. Une très faible déformation avec siphon un peu désaxé en ferait *O. Martinum* Barr. (pl. 361). Enfin, les jeunes exemplaires à ornements serrés se rapprocheraient (à l'état *d* 3) d'*O. contumax* Barr. (pl. 279, 423). Étant donné les échantillons que j'ai trouvés, il ne m'est pas permis actuellement de réunir ces espèces à celle de la Grange. Mais il m'a paru utile de signaler à nouveau la complexité de composition de la coquille de certaines Orthocères. Cette étude, déjà abordée par Barrande, pourrait permettre d'intéressantes conjectures sur son mode de sécrétion. *(A suivre).*

PLANCHE I

- Fig. 1. — **Goldius furcifer** Corda *sp.*
  - 1 *a* pygidium.
  - 1 *b* cephalothorax.
  - 1 *c* détail du pygidium (coupe des côtés).
- Fig. 2. — **Goldius canaliculatus** Goldf. *sp.*
  - 2 *a* pygidium.
  - 2 *b* coupe du pygidium.
- Fig. 3. — **Goldius thyzanopletis** Barrande *sp.* (cephalothorax).
- Fig. 4. — **Phacops Sternbergi** Corda (cephalothorax, face et profil).
- Fig. 5. — **Cheirurus Sternbergi** Bœck *sp.*
  - 5 *a* cephalothorax de taille moyenne (8 mm. de hauteur).
  - 5 *a'* profil du même.
  - 5 *b* cephalothorax de grande taille (23 mm. de hauteur).
  - 5 *b'* profil du même.
  - 5 *c* fragment d'anneau abdominal de 5 mm. de hauteur.
  - 5 *d* fragment d'anneau abdominal (plèvre) de 5 mm. de hauteur.
- Fig. 6. — **Cyphaspis Gaultieri** Rou., Collin rev. (cephalothorax, face et profil).
- Fig. 7. — **Cyphaspis convexa** Corda *sp.* (cephalothorax, face et profil).
- Fig. 8. — **Cyphaspis hydrocephala** A. Rœm. *sp.* (cephalothorax, face et profils à droite et à gauche).
- Fig. 9. — **Proetus vicinus** Barrande (glabelle, face et profil).
- Fig. 10. — **Proetus Cuvieri** Steininger (cephalothorax, face et profil).
- Fig. 11. — **Proetus complanatus** Barrande (partie fixe du cephalothorax, face et profil).
- Fig. 12. — **Proetus complanatus** Barrande ? joue mobile.
- Fig. 13. — **Proetus** cf. **unguloïdes** Barrande (glabelle, face et profil).
- Fig. 14. — **Orthoceras analogum** Barrande.
  - 14 *a* échantillon de 12 mm. de diamètre.
  - 14 *b* échantillon de 35 mm. de diamètre.
  - 14 *c* coupe du teste grossi.
  - 14 *d* 1, 2, 3, 4, 5, profils de la surface du test suivant le degré d'usure.
- Fig. 15. — **Orthoceras pulchram** Barrande (fragment de test grossi et profil).
- Fig. 16. — **Orthoceras pseudocalamiteum** Barrande (*b*, fragment du test grossi ; *c*, profil).
- Fig. 17. — Groupe de **Orthoceras calamiteum** Munster.
  - 17 *a* échantillon de 2 cm. de diamètre.
  - 17 *b* fragment de 5 mm de hauteur.
  - 17 *c* test grossi de 17 *b* et sa coupe.
- Fig. 18. — Groupe de **Orthoceras calamiteum** Munster (échantillon de 2 cm. de diamètre).

Mémoire de M. G. FERRONNIÈRE

Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest *3e Sér. T. VI - 1920 - Pl. III*


1a
1b
2a
2b
3
5a
5a'
5c
5d
1c
4
4
5b
5b'
8
8
8
6
7
7
9
9
10
10
11
11
12
16a
16b
16c
13
14a
14b
18
15
15
14c
1
2
3
14d
4
5
17a
17b
17c

Calcaire dévonien de la Grange

Pl. I

DEUXIÈME PARTIE

EXTRAITS ET ANALYSES

BIBLIOGRAPHIE, NOUVELLES

LISTE DES COLLABORATEURS

Léon Bourgeois. — (L. Bourg.).
Louis Bureau. — (L. B.).
Ém. Bureau. — (Ém. B.).
G. Ferronnière. — (G. F.).
J. Péneau. — (J. P.).
Abbé Richard. — (J. R.).

EXTRAITS ET ANALYSES

I. — ZOOLOGIE

Faune des Trichoptères de France ; par J. Lacroix (*Bull. Soc. Etudes des Sc. nat. d'Elbeuf*, 32^e année, 1913-1914, p. 71-108).

Travail d'un intérêt général qui rendra de grands services aux naturalistes qui s'occupent de ce groupe d'insectes si négligé malgré son intérêt. M. Lacroix nous donne dans cette première partie la description détaillée des Phryganeidae, Limnophilidae et Sericostomatidae. Des tableaux dichotomiques et des figures rendent ce travail des plus pratiques.

J. P.

Contribution à la liste des Hyménoptères de Normandie (Deuxième note) ; par A. Duchaussoy (Elbeuf : *loc. cit.*, p. 136-148).

La galle de l'« Oligotrophus Reaumurianus » F. Low. en Normandie ; par C. Houard (Caen : *Bull. Soc. linn. de Normandie*, 1914, p. 48).

Formes françaises de « Pieris Manni » Mayer ; par H. Gelin (*Annales Société entomologique de France*, 3^e et 4^e trim., 1918 [1919], p. 537-540, I pl.).

Cette forme vernale de *Pieris rapae* présente en France quatre variations, dont deux existent en Anjou et en Poitou.

J. P.

[Observations sur trois variétés du Rat noir « Mus rattus » L., observées dans la ville d'Alençon]; par l'abbé Letacq (Caen : *Bull. Soc. linn. de Normandie,* 6e sess., 9e vol., 1916 [1919], p. 28).

En outre du type, l'auteur a observé : *Mus rattus Alexandrinus* A. de l'Isle ; *M. rattus intermedius* Nini ; *M. rattus ater* Millais, vraisemblablement introduite par les troupes anglaises.

J. P.

Documents pour servir à l'histoire du Saumon (« Salmo salar » L.) dans les eaux douces de la France; par Louis Roule (*Bull. Muséum national d'Hist. nat.,* Paris, 1918, n° 7, et 1919, n° 4-5-6).

Le saumon étant un poisson d'une importance capitale pour notre région, nous signalons ici ces études qui intéresseront nos lecteurs.

L'auteur a suivi le développement complet des alevins du saumon depuis leur éclosion. Il en décrit et figure toutes les phases depuis l'éclosion jusqu'à l'époque de la descente à la mer qui se produit à la fin de la première année.

J. P.

Sur « Ammophila hirsuta », hyménopt, predateur; par l'abbé Langlais (Caen : *Bull. Soc. linn de Normandie,* 7e sess., Ier vol 1918 [1919].

L'auteur a fait à la Baule (Loire-Inférieure) d'intéressantes observations sur les mœurs de cet insecte.

[Observations sur la naturalisation de « Helix Pisana » Mull. aux environs d'Alençon]; par l'abbé A.-L. Letacq (Caen : *loc. cit.,* 6e sess , 10e vol., Proc.-verb. Séance du 19 octobre 1916, p. 35).

Sur l'action hémolytique du sang des jeunes anguilles encore transparentes; par E. Gley (Société de Biologie, *C. r. des séances*, 12 juillet 1919).

Des expériences faites à Nantes en 1914, à l'aide des immenses quantités de jeunes anguilles qui remontent la Loire au printemps, l'auteur a pu constater *in vitro* l'action hémolytique de ce sang.

[Notons que G. Buglia (Rome : *Atti della Acad. dei Lincei, anno CCCXVI*, 1919, n° 1 et 2) revendique la priorité de cette découverte].

J. P.

Jeunes stades d'eau douce de la Lamproie marine (« Petromyzon marinus » L.); par Louis Léger (*C. R. Acad. d. Sc.*, 26 janvier 1920).

L'auteur, en cherchant au troubleau dans les rivières (Vienne, Indre) où les Lamproies vont pondre, a trouvé, en toutes saisons, des larves Ammocètes, de tailles variées, 5 à 15 centimètres.

Puis, par un procédé de pêche plus violent, *pêche à la brai*, à l'aval et au pied des vannes de barrage, au début de l'hiver, et la nuit, il a réussi à trouver les stades jeunes, mais parfaitement métamorphosés de *Petromyzon marinus*.

Ces jeunes Lamproies, après avoir vécu quatre ou cinq ans à l'état larvaire dans les rivières, gagnent la mer avec les convois d'anguilles. C'est en mer qu'elles atteindront leur maturité sexuelle, puis reviendront dans les fleuves pondre et terminer leur existence.

J. P.

Notes entomologiques concernant les captures en 1919; par Abot (*Bull. Soc. Et. sc. Angers*, XLIXe année, 1919-1920).

L'auteur signale la capture de *Leucodonta bicoloria* Schiff. (Lepidopt. Notodontidae) à Fontaine-Guérin (Maine-et-Loire) ; de *Cassida inquinata* Brullé près de Beaulieu (Maine-et-Loire).

Captures intéressantes d'insectes dans l'Ouest de la France ; par Longin Navas.

L'auteur signale les captures faites en Loire-Inférieure par notre collègue Revelière, en Névroptères, parmi lesquels *Chrysopa gracilis* Sch. à Blain, espèce nouvelle pour la faune française, et rarissime qui n'a été citée que très rarement d'Autriche et d'Allemagne.

J. P.

II. — BOTANIQUE

[**Quelques plantes du Pouliguen (Loire-Inférieure)**] ; par l'abbé Langlais (Caen : *loc. cit.*, p. 36).

Note sur la distribution géographique comparée des Primula officinalis Jacq., Primula grandiflora Lam. et Primula elatior Jacq. dans l'Ouest de la France ; par A. Davy de Virville (*C. R. Acad. d. Sc.*, 3 mai 1920).

P. grandiflora croît dans les lieux humides et ombragés, *P. officinalis* dans les terrains chauds, secs et ensoleillés. Il en résulte une répartition assez capricieuse. *P. elatior* est rare à l'ouest.

J. P.

Contribution à la connaissance de la flore de Normandie. Observations faites en 1916 ; par P. Bugnion (Caen : *Bull. Soc. linn. de Normandie*, 6e sess., 10e vol., 1917 [1919], p. 54-70).

Observations sur *Thalictrum minus* L., *Cardamine hirsuta* L. qui peut présenter plusieurs cycles évolutifs dans le courant de l'année ; *Spergula vernalis* Wild., *Tetragonolobus siliquosus* Roth., *Herniaria glabra* v. *subciliata* Bab., *Œnanthe media* Gm., *Monotropa hypopytis* L., *Hippophae rhamnoides* L., *Orchis incarnata* L., *Goodyera repens* R. Br.

J. P.

Plantes rares ou peu communes rencontrées aux environs de Vernon et de Pacy-sur-Eure ; par L. Bedel (Caen : *Bull. Soc. linn. de Normandie*, 6e sess., 10e vol., 1917 [1919], p. 88-95).

Excursions mycologiques aux environs d'Alençon ; par l'abbé Letacq (Troisième note) (Caen : *loc. cit.*, p. 98-162).

Compte rendu de nombreuses excursions, listes d'espèces et observations sur beaucoup.

III. — GÉOLOGIE

Sur la flore fossile des bassins houillers de Quimper et de Kergogne ; par Ch. Picquenard (*C. R. Acad. d. Sc.*, 5 janvier 1920).

En réunissant les documents du Muséum de Paris, du Muséum de Nantes, de la Faculté de Rennes et de ses propres collections, M. Picquenard établit la liste de la flore paléontologique de chacun des gisements ci-dessus.

La flore de Quimper est composée principalement d'espèces stéphaniennes (*Pecopteris cyathea, arborescens, hemithelioides, polymorpha, unita*), ou d'espèces à large extension. Trois espèces indiquent plus particulièrement le sommet du Westphalien et la base du Stéphanien : *Asterophyllites tenuifolius, Alethopteris Serlii, Sphenopteris obtusiiloba*. Il en résulte que les couches de Quimper doivent être rangées à la base du Stéphanien.

A Kergogne, ce serait du Stéphanien tout à fait supérieur, correspondant à la *zone des Calamodendrées* de Blanzy-Commentry, dont quatorze espèces se retrouvent à Kergogne.

J. P.

Le Callovien du Chalet, commune de Montreuil-Bellay (M.-et-L.) ; par le Dr Olivier Couffon (*Bull. Soc. Et. sc. Angers*, 1917-1919).

L'auteur a réuni en volume le texte de cette importante monographie publiée dans le *Bulletin* de la Société d'Études scientifiques d'Angers, et il y a joint un atlas in-4° de 18 planches.

J. P.

Coup d'œil sur les minerais de fer de la presqu'île Armoricaine ; par L. Cayeux (Paris : *Bull. Soc. franç. de Minéralogie*, 1918, t. XLI, n° 7-8, p. 134-176).

M. Cayeux passe en revue les différents gîtes des minerais, répartis en deux groupes, ceux de Normandie et du Maine, ceux d'Anjou et de Basse-Bretagne.

Dans le groupe septentrional, les bassins *siluriens de* May, fer carbonaté et hématite rouge, titrant non grillé 48-50 °/₀ de fer ;

d'Urville, minerai carbonaté de richesse variable ; de Falaise, émergeant du Jurassique au sud de Falaise, hématite rouge à 53 °/₀ de fer, et minerai carbonaté violet titrant 46-49 °/₀ ; de Domfront-Mortain, de Sées, de Pré-en-Pail.

En se basant seulement sur ce que l'on connaît, on peut estimer au minimum à 760 millions de tonnes les minerais siluriens susceptibles d'être extraits.

Il y a aussi quelques minerais *dévoniens* dans les Côtes-du-Nord et dans le Cotentin.

Dans le groupe méridional : les minerais des *grès armoricains*, riches mais fort peu exploités, disposés en 14 couches successives dans des bandes N. N. O.-S. S. E. : bandes de Champagné-Blain, de Segré, d'Angers. On y rencontre trois types de minerais : minerai magnétique, minerai hématisé (fer oligiste), minerai carbonaté ; richesse 26-65 °/₀ de fer.

On peut évaluer à un milliard de tonnes les richesses du Bassin sud-armoricain.

A ces minerais s'ajoutent plusieurs gisements *gothlandiens*.

Enfin des *minerais tertiaires* (minières), exploitées à ciel ouvert entre Chateaubriant, Redon, Bain-de-Bretagne ; les meilleurs donnent 47-48 °/₀ de fer.

L'auteur étudie ensuite ces minerais au point de vue métallurgique et industriel.

Conclusion : la France est le pays d'Europe le mieux doté en minerais de fer.

J. P.

Quelques observations sur la mer redonienne de Bretagne ; par F. Kerforne (*C. R. Acad. d. Sc.*, 19 janv. 1920).

L'auteur a étudié le contact du Redonien avec les terrains sous-jacents, à la Chaussairie près de Rennes.

Au-dessus des faluns fortement ravinés, avec surface de ravinement plongeant au nord, il y a :

1° Des galets gréseux ;

2° Des fragments d'ossements de mammifères ;

3° Des concrétions ferrugineuses avec fossiles redoniens ;

4° Des sables puissants.

D'où l'on peut conclure : 1° à l'existence d'une période continentale après le dépôt des faluns vindoboniens, avec formation de tourbières en certains endroits ; — et 2° à l'arrivée par le sud de la mer redonienne qui s'étendit sur une surface où affleuraient, suivant les localités, les terrains primaires, le Rupelien ou les faluns.

J. P.

Étude tectonique de la Région silurienne au sud de Rennes (Nappe de la Vilaine) ; par F. Kerforne (*Bull. des Services de la Carte géologique de la France*, n° 139, t. XXIII, 1919).

L'auteur nous donne dans ce travail un résumé de ses études de la région située entre Rennes au nord et l'anticlinal de Lanvaux au sud. De nombreuses coupes illustrent le Mémoire. Nous ne pouvons en reproduire ici que les conclusions.

Dans toute cette région :

1° L'Algonquien est en couches subverticales ;

2° Le Cambrien se présente en couches plates ou faiblement inclinées, et il en est de même des terrains siluriens qu'il supporte ;

3° Il présente très généralement un feuilletage subvertical serré, dirigé sensiblement est-ouest, et de nombreuses diaclases subverticales oscillant de quelques degrés autour de la ligne nord-sud. Le même feuilletage s'observe quelquefois, mais à un degré moindre, dans les couches siluriennes, surtout grès armoricain ;

4° Il repose en contact anormal sur l'Algonquien partout où on voit ce contact avec précision ;

5° Ce ne sont pas toujours les bancs les plus inférieurs du Cambrien qui sont au contact ;

6° Le Cambrien manque quelquefois, et l'Ordovicien vient reposer sur les tranches redressées de l'Algonquien ;

7° Au contact, on observe des inflexions des schistes algonquiens vers le nord, des ondulations et des plissements superficiels dans les mêmes schistes, et enfin des phénomènes d'étirement, d'écrasement, et même de véritables *mylonites*.

A la limite sud de la pénéplaine de Rennes, le Cambrien et le Silurien ne sont pas en place, mais constituent le flanc normal d'une nappe de charriage, venant du sud, dont l'âge ne peut être qu'armoricain (hercynien).

Cette nappe provenant d'un pli issu de la grande faille longitudinale qui s'étend de Malestroit à Angers, au nord de l'anticlinal déversé de Lanvaux, et elle s'est étendue du sud au nord, jusqu'à quarante-sept kilomètres de son origine.

J. P.

Sur un gisement eifélien du synclinal de la Basse-Loire; par G. Ferronnière (*C. R. Acad. d. Sc.*, 17 mai 1920).

Liste des fossiles recueillis dans un gisement de calcaire dévonien découvert à l'ouest de Chalonnes par l'abbé Carpentier.

M. Ferronnière a fait connaître ces fossiles à l'une de nos réunions (Voir *Bulletin* de 1919, p. XVIII). D'autre part le Mémoire détaillé devant paraître au *Bulletin*, nous ne parlons pas plus longuement de la note en question.

J. P.

Le Littoral de la Normandie; par Al. Bigot (*Assoc. fr. p. avanc. des Sc.*, 43e sess., Le Havre, 1914).

Dans une conférence faite à ce Congrès, M. Bigot résume les connaissances acquises sur l'océanographie de la Manche, la géographie et la géologie du littoral normand.

Nouvelles observations au sujet d'une submersion récente des côtes du Morbihan; par Ch. Pussenot (*C. R. Acad. d. Sc.*, 8 septembre 1919).

Les dépôts de sable grossier et de galets que l'on rencontre dans quelques échancrures du littoral du Morbihan ont été considérés à tort par divers auteurs comme les restes d'une ancienne plage soulevée. Cette hypothèse ne serait nullement nécessaire pour expliquer leur formation.

Ils seraient dus à l'action des vagues des tempêtes sur les pentes du rivage à une époque où l'ensablement de la baie de Quiberon n'était pas prononcé et n'avait pas établi la plaine actuelle sur laquelle la force des vagues s'amortit. La genèse de la formation de ces dépôts s'observe encore bien à l'*île Tivier*.

Ce qui ne veut pas dire qu'il n'y ait eu nulle part sur les côtes de Bretagne de mouvements récents locaux.

J. P.

Supplément à la description des alluvions des environs d'Angers; par G. Denizot (*Bull. Soc. Et. sc. Angers*, XLVIIIe année, 1918-1919, p. 217-223.

TABLE DES MATIÈRES

DU

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE L'OUEST DE LA FRANCE

Troisième Série — Tome VI

1920

I. — ZOOLOGIE

1. — PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Pages

Beaudouin, M. — Un cas extraordinaire de virilisme chez une Paonne [40 lig.] XI

Datin, E. — Présentation de préparations d'un microlépidoptère nouveau pour la Loire-Inférieure (*Conchylis sanguinana* [3 lig.]. III

Ferronnière, G. — Intérêt de la recherche de l'origine de la localisation de certaines espèces [7 lig.] IV

Labbé, D^{r} A. — Variations locales d'un gastéropode (*Purpura lapillus*) [3 lig.] III

— L'Hypnose chez les animaux. Observations et expériences [9 lig.] VII

— Présence dans une moule (*Mytilus edulis*) de nombreux Cercaires anoures [12 lig.] VIII

— Présentation d'animaux recueillis au Laboratoire du Croisic [5 lig.]. XIV

— Action des changements de milieu sur *Dunaliella salina* [37 lig.]. XIV

Pages

PÉNEAU, J. — Présentation de larves d'insectes aquatiques des environs de Nantes [8 lig.] VII
— Sur les mœurs du Moineau et du Martinet [29 lig.] . . . VIII
TOUCHARD, E. — Observations sur la biologie des Coléoptères aux environs de Luçon (Vendée) [5 lig.] VI
— Variations de couleur de *Cassida murræ* après claustration [3 lig.] VII

2. — TRAVAUX ORIGINAUX

ANTHONY, R. — L'interprétation du type morphologique de la Tridacne et de l'Hippopus 93

3. — EXTRAITS ET ANALYSES

ABOT. — Notes entomologiques concernant les captures en 1919 5
DUCHAUSSOY, A. — Contribution à la liste des Hyménoptères de Normandie 3
GELIN, H. — Formes françaises de *Pieris Manni* Mayer . . . 3
GLEY, E. — Sur l'action hémolytique du sang des jeunes anguilles encore transparentes 4
HOUARD, C. — La galle de l'*Oligotrophus Reaumurianus* F. Low. en Normandie 3
LACROIX, J. — Faune des Trichoptères de France 3
LANGLAIS, Abbé. — Sur l'*Ammophila hirsuta*, hyménopt. prédateur 4
LÉGER, Louis. — Jeunes stades d'eau douce de la Lamproie marine (*Petromyzon marinus* L.) 5
LETACQ, Abbé A.-L. — Observations sur trois variétés du rat noir, *Mus rattus* L., observées dans la ville d'Alençon. 4
— Observations sur la naturalisation de *Helix Pisana* Mull. aux environs d'Alençon 4

II. — BOTANIQUE

1. — PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

COL, A. — Présentation d'un tubercule de pomme de terre traversé par une branche d'inflorescence de *Lathrea clandestina* [2 lig.] VI

Pages

Gadeceau, Ém. — Sur une anomalie de *Matricaria Chamomilla* [19 lig.) XI

Giraudeau, Dr. — Trouvaille de *Saxifraga granulata* au Château-du-Doré, dans la vallée de la Divatte [7 lig.]. . . VII

Labbé, Dr A. — Présentation de *Phlomis fructicosa*, plante adventice nouvelle pour la Loire-Inférieure [17 lig.]. . VI

2. — TRAVAUX ORIGINAUX

Mérejkovsky, Dr Const. de. — La Plante considérée comme un complexe symbiotique 17

3. — EXTRAITS ET ANALYSES

Bedel, L. — Plantes rares ou peu communes rencontrées aux environs de Vernon et de Pacy-sur-Eure. 6

Bugnion, P. — Contribution à la connaissance de la Flore de Normandie. Observations faites en 1916 6

Davy de Virville, A. — Note sur la distribution géographique comparée de *Primula officinalis* Jacq., *Primula grandiflora* Lam. et *Primula elatior* Jacq., dans l'ouest de la France. 6

Letacq, Abbé A.-L. — Excursions mycologiques aux environs d'Alençon. 6

III. — GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE

1. — PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Bureau, L. — Présentation de grands Cérithes de l'Éocène parisien [6 lig.] XV

Ferronnière, G. — Causerie sur les Variations historiques de la géographie de la baie de Bourgneuf IV

— Causerie sur les anciens Mammifères de la Bretagne. . . V

Stouvenot, A. — Sur un gisement de Chalcopyrite à la Drillouterie, commune de Vay (Loire-Inférieure) [8 lig.] . . . III

Péneau, J. — Plantes fossiles du Carbonifère de Saint-Mars-de-Coutais [10 lig.]. XIII

2. — TRAVAUX ORIGINAUX

Baudouin, Dr Marcel. — Découverte d'un nouveau gisement fossilifère dans le calcaire marneux du Bassin crétacé de Commequiers, au niveau de la Gare 1

Pages

CARPENTIER, A. — Sur des empreintes de fructifications recueillies dans plusieurs gisements carbonifères de l'Ouest de la France [2 pl.] 109

FERRONNIÈRE, G. — Le Calcaire de la Grange, près Chalonnes (Maine-et-Loire) [1 pl.] 121

3. — EXTRAITS ET ANALYSES

BIGOT, Al. — Le Littoral de la Normandie. 10

CAYEUX, L. — Coup d'œil sur les minerais de fer de la presqu'île armoricaine 7

COUFFON, Dr O. — Le Callovien du Châlet, commune de Montreuil-Bellay (M.-et-L.) 7

DENIZOT, G. — Supplément à la description des alluvions des environs d'Angers 10

FERRONNIÈRE, G. — Sur un gisement eifélien du synclinal de la Basse-Loire 10

KERFORNE, F. — Quelques observations sur la mer redonienne de Bretagne. 8

— Étude tectonique de la région silurienne au sud de Rennes (Nappe de la Vilaine). 9

PICQUENARD, Ch. — Sur la flore fossile des bassins houillers de Quimper et de Kergogne. 7

PUSSENOT, Ch. — Nouvelles observations au sujet d'une submersion récente des côtes du Morbihan 10

IV. — DIVERS

Fédération française des Sociétés savantes. Lettres et rapports. v

Subvention du Ministère de l'Instruction publique. VI

Association des Ecrivains scientifiques français. Lettre. VII

V. — NOUVELLES

(*Distinctions honorifiques, nominations, Congrès scientifique, nécrologie*).

Cinquante-troisième Congrès des Sociétés savantes. IV

Cinquante-quatrième Congrès des Sociétés savantes X

Nomination de M. Carlos Ameghino comme directeur du Musée national de Buenos-Ayres. v

† DELAGE, Yves x

† ŒHLERT, Daniel x

La *Société* offre gratuitement **25** *tirages à part* aux auteurs qui en font la demande sur le manuscrit.

Des tirages à part supplémentaires peuvent en outre être fournis sur demande à l'imprimeur. La mise en pages du Bulletin sera conservée.

TABLEAU DES JOURS DE SÉANCE

AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE NANTES

Le 1^er^ Samedi de chaque mois à 14 heures

(Entrée par la Place de la Monnaie)

ANNÉE 1921

JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	NOVEMB.	DÉCEMB.
7	4	5	9	7	4	2	5	3

DIPLOME

Un **Diplôme** de Membre de la Société est mis à la disposition des Sociétaires.

Ce diplôme sera expédié *franco* contre un mandat-poste de 3 francs adressé d'une manière **impersonnelle** à *M. le Secrétaire général de la Société.*

PRIX DU VOLUME

Pour les *Membres de la Société*	**10** fr.
Pour le Public	**15** fr.

AVIS AU RELIEUR

Le Volume doit être relié dans l'ordre suivant :

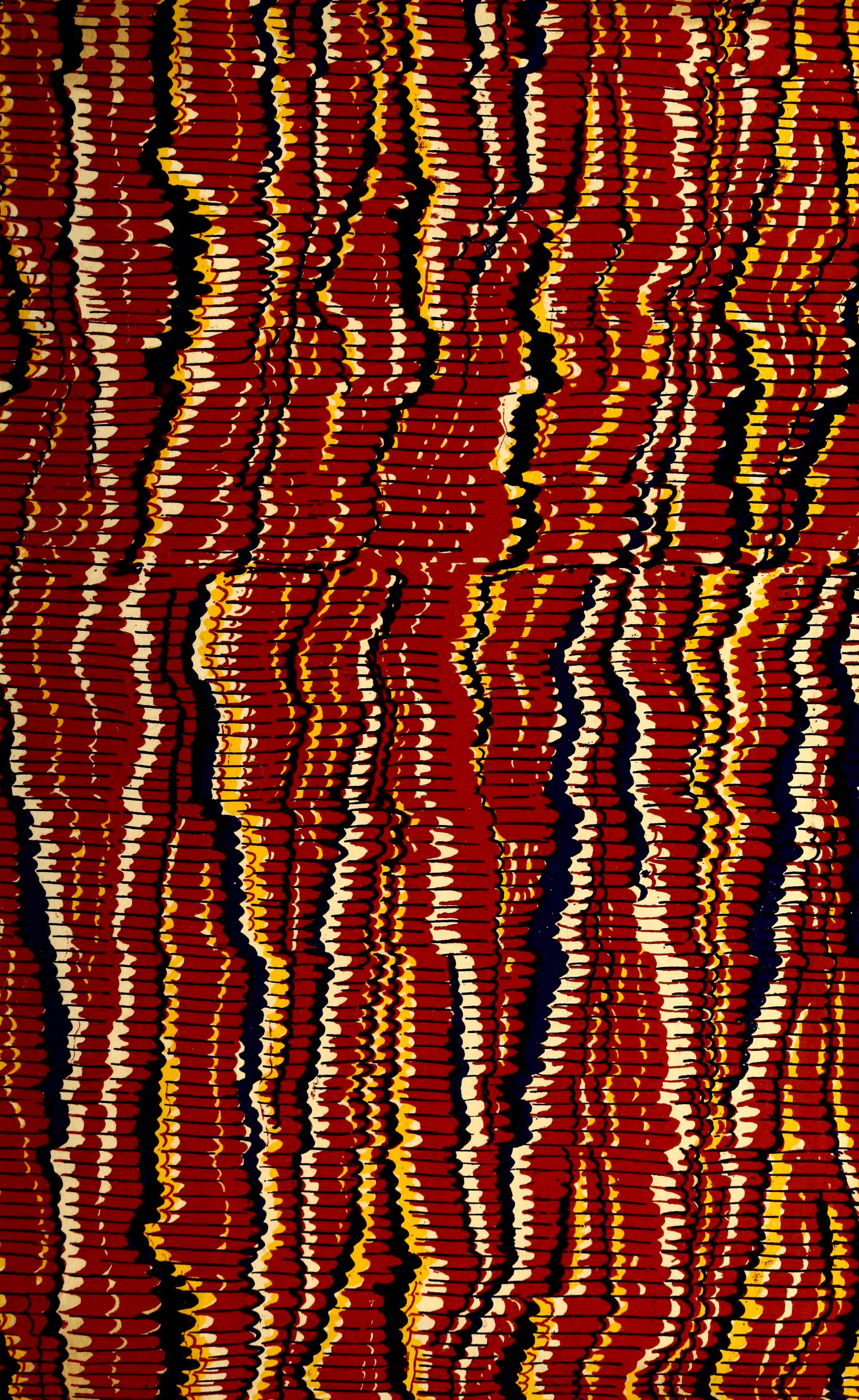
PREMIÈRE PARTIE

EXTRAITS DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES . . . . I à XVI
MÉMOIRES : pl. I à III . . . . 1 à 139

DEUXIÈME PARTIE

EXTRAITS ET ANALYSES . . . . 1 à 10
TABLE DES MATIÈRES . . . . 11 à 14

Laval. — Imprimerie V^e A. GOUPIL, quai Jean-Fouquet.



SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01227 4247